



TUGAS AKHIR - SF 141501

**INVESTIGASI BATUAN PURBAKALA
MENGUNAKAN METODE
RESISTIVITAS: STUDI KASUS DI SITUS
SENDANG AGUNG, DESA
URANGAGUNG, KECAMATAN
SIDOARJO, KABUPATEN SIDOARJO**

**Sos Edwin Vidiyoga
NRP 1111 100 044**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya Santosa, S.U.
Sungkono, M.Si**

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT - SF 141501

**INVESTIGATION OF ARCHEOLOGICAL
ROCK USING RESISTIVITY METHOD: A
CASE STUDY IN THE SENDANG AGUNG
SITES, URANGAGUNG VILLAGE,
SIDOARJO SUB DISTRICT, SIDOARJO
REGION**

**Sos Edwin Vidiyoga
NRP 1111 100 044**

**Advisor
Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya Santosa, S.U.
Sungkono, M.Si**

**Departement of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

**INVESTIGASI BATUAN PURBAKALA MENGGUNAKAN
METODE RESISTIVITAS : STUDI KASUS DI SITUS
SENDANG AGUNG, DESA URANGAGUNG,
KECAMATAN SIDOARJO , KABUPATEN SIDOARJO**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Fisika Bumi
Program Studi S-1 Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
Sos Edwin Vidiyoga
NRP 1111100044

Disetujui oleh Tim Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya Santosa, S.T.

NIP. 19620802 198701.1.001

Sungkono, M.Si

NIP. 19850702 201404.1.002



Surabaya, Januari 2016



**INVESTIGASI BATUAN PURBAKALA MENGGUNAKAN
METODE RESISTIVITAS: STUDI KASUS DI SITUS
SENDANG AGUNG, DESA URANGAGUNG,
KECAMATAN SIDOARJO, KABUPATEN SIDOARJO**

Nama : Sos Edwin Vidiyoga
NRP : 1111100044
Jurusan : Fisika, FMIPA-ITS
Pembimbing : Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya Santosa, S.U.
: Sungkono, M.Si

Abstrak

Situs purbakala merupakan peninggalan leluhur yang memiliki nilai kebudayaan dan harus dilestarikan. Proses penemuan situs purbakala (ekskavasi) biasanya memerlukan waktu yang cukup lama dan biaya yang besar. Agar dalam proses ekskavasi ini dilakukan secara cepat dan biaya yang lebih sedikit, diperlukan suatu pendekatan atau metode yang cepat dan mudah untuk identifikasi situs purbakala tersebut. Oleh karena itu, metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger digunakan untuk memprediksi permasalahan ini, yaitu untuk menentukan posisi situs purbakala Sendang Agung yang baru saja ditemukan di Desa Urangagung Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo. Untuk identifikasi situs ini, diukur data resistivitas dua dimensi sebanyak sepuluh lintasan. Data yang terukur merupakan resistivitas semu yang perlu proses inversi untuk menghasilkan nilai resistivitas sebenarnya. Dari proses ini, didapatkan anomali resistivitas pada lintasan 8 yang beririsan dengan lintasan 1 dan 2 dengan nilai $> 200 \Omega.m$ pada kedalaman 2 meter. Selain itu, anomali juga terdeteksi pada lintasan 10 yang beririsan dengan lintasan 4, 5 dan 6 pada kedalaman. 2,5 meter - 5 meter. Ini berkorelasi dengan nilai resistivitas sampel batu bata yang di uji laboratorium dalam kondisi basah ($\pm 200 \Omega.m$). Oleh karena itu, anomali ini diinterpretasikan sebagai sebaran batu bata kuno yang terpendam. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa sebaran batu

bata pada situs ini berada di kedalaman hingga 3,8 meter pada daerah selatan dan barat situs utama, sedangkan pada daerah utara dan timur situs utama terdapat sebaran batu bata kuno di kedalaman 1,6 meter - 2,3 meter.

Kata kunci : Batu Bata Kuno, Proses Inversi, Resistivitas, Situs Purbakala

***INVESTIGATION OF ARCHEOLOGICAL ROCK USING
RESISTIVITY METHOD: CASE STUDY IN THE SENDANG
AGUNG SITE, URANGAGUNG VILLAGE, SIDOARJO SUB
DISTRICT, SIDOARJO REGION***

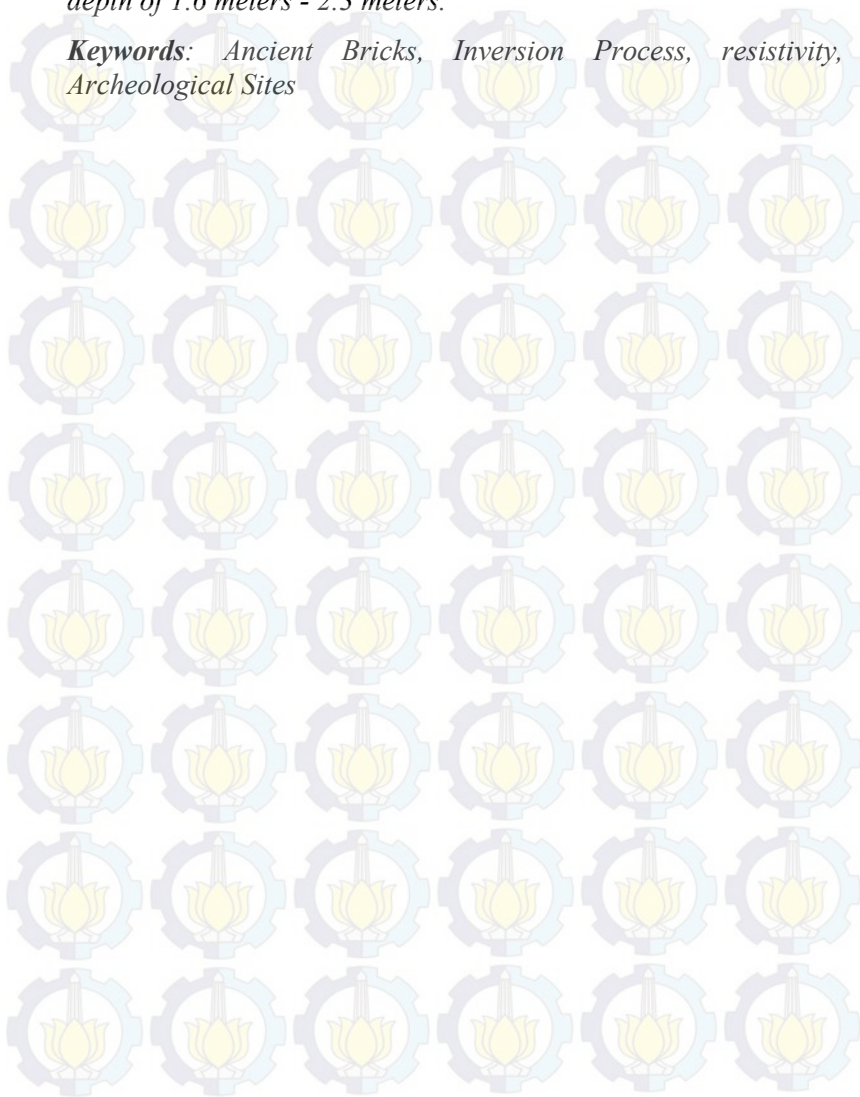
Name : Sos Edwin Vidiyoga
NRP : 1111100044
Departement : Physics ITS
Advisor : Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya Santosa, S.U.
: Sungkono, M.Si

Abstract

Archaeological site is the ancestral heritage that has cultural value and should be preserved. The process of discovery of archaeological sites (excavation) usually require considerable time and cost. So that the excavation process is done quickly and cost less, required an approach or method that is quick and easy to identify the historic site. Therefore, geoelectric method Wenner-Schlumberger configuration used to predict this problem, namely to determine the position of the Sendang Agung archaeological sites recently discovered in the Urangagung Village, Sidoarjo sub district, Sidoarjo Region. To identify these sites, measured two-dimensional resistivity data as much as ten line. The data measured is the apparent resistivity inversion process necessary to produce the actual resistivity values. From this process, the obtained resistivity anomalies on line 8 that intersect with the line 1 and 2 with a value $> 200 \Omega.m$ at a depth of 2 meters. In addition, the anomalies were also detected on the line 10 that intersect with the line 4, 5 and 6 at depth. 2.5 meters - 5 meters. This correlated with a resistivity value of the sample bricks in a laboratory test in wet conditions ($\pm 200 \Omega.m$). Therefore, this anomaly is interpreted as the distribution of ancient bricks were buried. Interpretation results showed that the distribution of bricks on the site at a depth of up to 3.8 meters in the south and west main site, whereas in the northern and eastern

regions are the main sites of distribution of ancient bricks at a depth of 1.6 meters - 2.3 meters.

Keywords: *Ancient Bricks, Inversion Process, resistivity, Archeological Sites*



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, atas segala limpahan berkat, rahmat, dan petunjuk Allah SWT laporan tugas akhir ini mampu terselesaikan dengan optimal, tepat waktu dengan segala keterbatasannya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW, Nabi Muhammad SAW dan Rasul terakhir yang telah menuntun umat islam menuju cahaya kebenaran.

Tugas akhir ini adalah buah hasil doa orang tua saya yang telah diijabahi oleh Allah SWT. Hasil perjuangan saya dan teman-teman dalam berikhtiar sehingga terciptalah ide tugas akhir ini dimana juga merupakan persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas Akhir ini ditulis dengan judul :

“INVESTIGASI BATUAN PURBAKALA MENGUNAKAN METODE RESISTIVITAS STUDI KASUS DI SITUS SENDANG AGUNG DESA URANGAGUNG KECAMATAN SIDOARJO KABUPATEN SIDOARJO”

Meskipun tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, perkenankan penulis untuk menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang membantu penyusunan laporan tugas akhir ini dan proses penelitiannya yaitu:

1. Bapak **Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya Santosa, S.U.** selaku dosen pembimbing I yang telah memberi arahan selama penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Mas **Sungkono M.Si** selaku dosen pembimbing II yang luar biasa dalam memotivasi, membagi pengalaman, memberi arahan, membantu di setiap kendala yang dialami oleh penyusun selama proses penelitian dari awal hingga laporan tugas akhir ini selesai.

3. Kedua orang tua tercinta, Papa **Suraji, S.Pd** dan Mama **Tribudi Fauziah, S.Pd**, serta saudara adek semata wayang **Sos Aderiyan Renaldi** (Alm) yang telah memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral serta dukungan materil bagi penulis sejak kecil sampai dewasa.
4. Bapak **Drs. Ali Yunus Rohedi, M.T.** dan **Ir. Didiek Basuki Rahmat** sebagai dosen wali yang selalu memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Bapak **Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng.** selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA ITS Surabaya.
6. Segenap staf Pengajar dan Karyawan di Jurusan Fisika FMIPA ITS Surabaya.
7. Keluarga besar Laboratorium Geofisika ITS serta Laboratorium Elektronika ITS.
8. Segenap teman-teman Fisika **FOTON 2011** yang telah menjadi keluarga penulis selama di Surabaya dan telah memberikan dukungan terbaik bagi penulis.
9. Balai Pelestarian Cagar Budaya (BPCB) Trowulan yang telah membantu dalam proses perizinan tugas akhir ini.
10. Kepala Desa Urangagung beserta jajarannya yang telah membantu dalam proses perizinan tugas akhir ini, serta seluruh masyarakat Desa Urangagung, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo yang telah banyak membantu dalam setiap kesempatan.
11. Rekan-rekan seperjuangan di kost Gebang Lor 17 A (GL 17A Laboratorium) **Gusti, Abyan** dan Para Pria-Pria Pemerhati Pecinta Pencari Peninggalan Purbakala (P8) **Abidin, Pandu, Krisnha, Arif, Yaka, Mas Samsul, Asdi, Jordan, Azis, dek Rijalul Fikri, dek Arifah** yang telah membantu dalam proses pengambilan data lapangan dan terutama **Usykur** dalam membantu proses memahami materi tugas akhir ini.
12. Pak **Kis**, selaku Laboran di Laboratorium Geofisika yang memberi ilmu mengenai sejarah budaya Indonesia, membagi pengalaman, serta membuka sudut pandang berfikir penyusun

dalam memandang sejarah dan membantu peminjaman alat geofisika.

13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan serta masih jauh dari kesempurnaan. Sehingga kritik dan saran yang membangun demi menyempurnakan laporan tugas akhir ini sangat diharapkan penulis demi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa mendatang. Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak, terutama untuk penelitian -penelitian yang serupa selanjutnya. Semoga kesuksesan berada pada hamba yang tetap selalu berikhtiar dan bersyukur khususnya bagi penulis dan umumnya bagi kalian semua. Aamiin Ya Rabbal Alamiin.

Surabaya, Januari 2016

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
<i>Cover Page</i>	ii
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak	v
<i>Abstract</i>	vii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi	xiii
Daftar Gambar	xvii
Daftar Tabel	xix
Daftar Lampiran	xxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekskavasi Situs Purbakala	5
2.2 Kondisi Geologi Lokasi Penelitian	6
2.3 Batuan Bata	7
2.4 Sifat Kelistrikan Batuan	7
2.5 Konduktivitas Listrik Batuan	9
2.5.1 Konduktivitas Secara Elektronik	9
2.5.2 Konduktivitas Secara Dielektrik	11
2.5.3 Konduktivitas Secara Elektrolitik	11
2.6 Potensial Dalam Medium Homogen	11
2.6.1 Elektroda Arus Tunggal Dalam Sebuah Permukaan Medium Homogen	13
2.6.2 Elektroda Arus Ganda Dalam Sebuah Permukaan Medium Homogen	14

2.7	Metode Geolistrik.....	15
2.8	Konfigurasi Elektroda Wenner-Schlumberger	16
2.9	Konsep Dasar Resistivitas Semu	18
2.10	Inversi Data Resistivitas 2D	18

BAB III METODOLOGI

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	23
3.1.1	Survei Awal.....	23
3.1.2	Studi Literatur.....	24
3.1.3	Pengukuran Lapangan	24
	A. Akuisisi Data Lapangan.....	24
	B. Metode Wenner-Schlumberger	25
3.1.4	Pengolahan dan Hasil Pengolahan.....	26
3.1.5	Kesimpulan.....	27

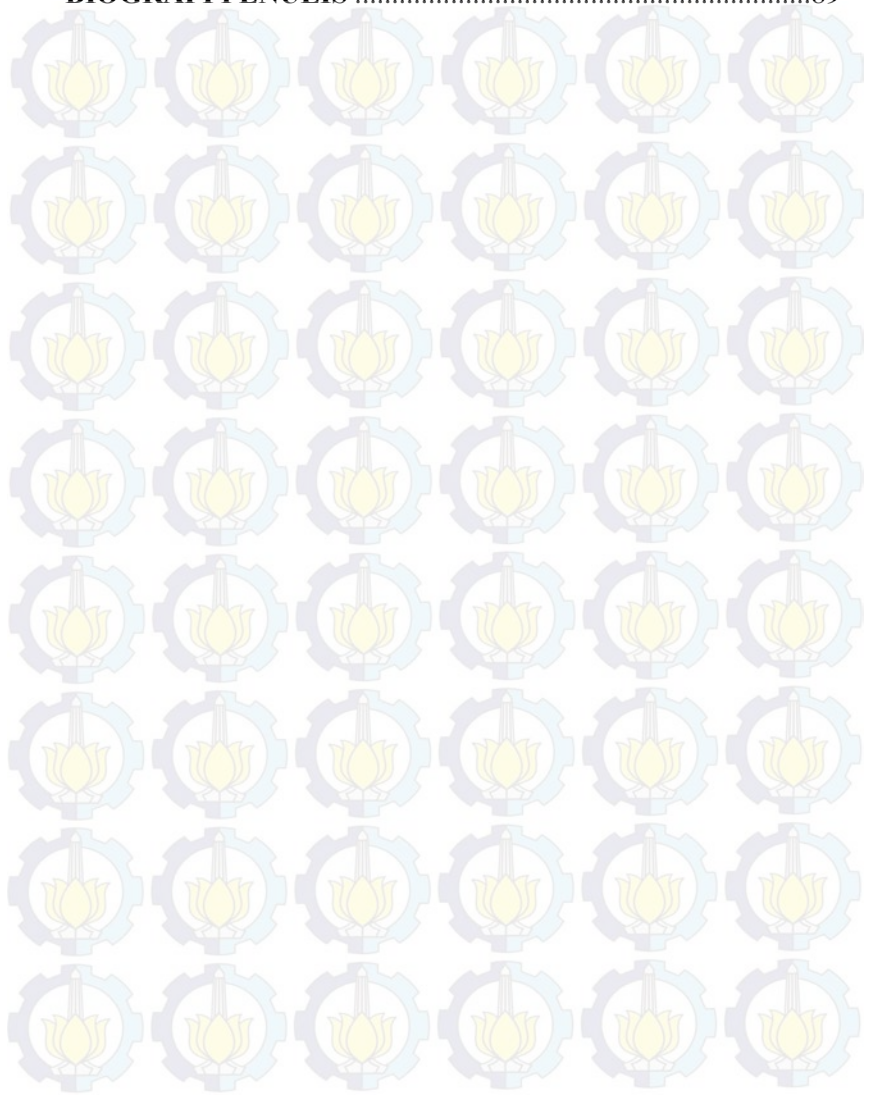
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1	Nilai Resistivitas Batu Bata Purbakala.....	29
4.2	Analisa Data	30
4.2.1	Lintasan 1	30
4.2.2	Lintasan 2	31
4.2.3	Lintasan 3	31
4.2.4	Lintasan 4	33
4.2.5	Lintasan 5	33
4.2.6	Lintasan 6	35
4.2.7	Lintasan 7	36
4.2.8	Lintasan 8	38
4.2.9	Lintasan 9	38
4.2.10	Lintasan 10	40
4.3	Interpretasi Hasil	42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	49

DAFTAR PUSTAKA.....51
BIOGRAFI PENULIS89





DAFTAR GAMBAR

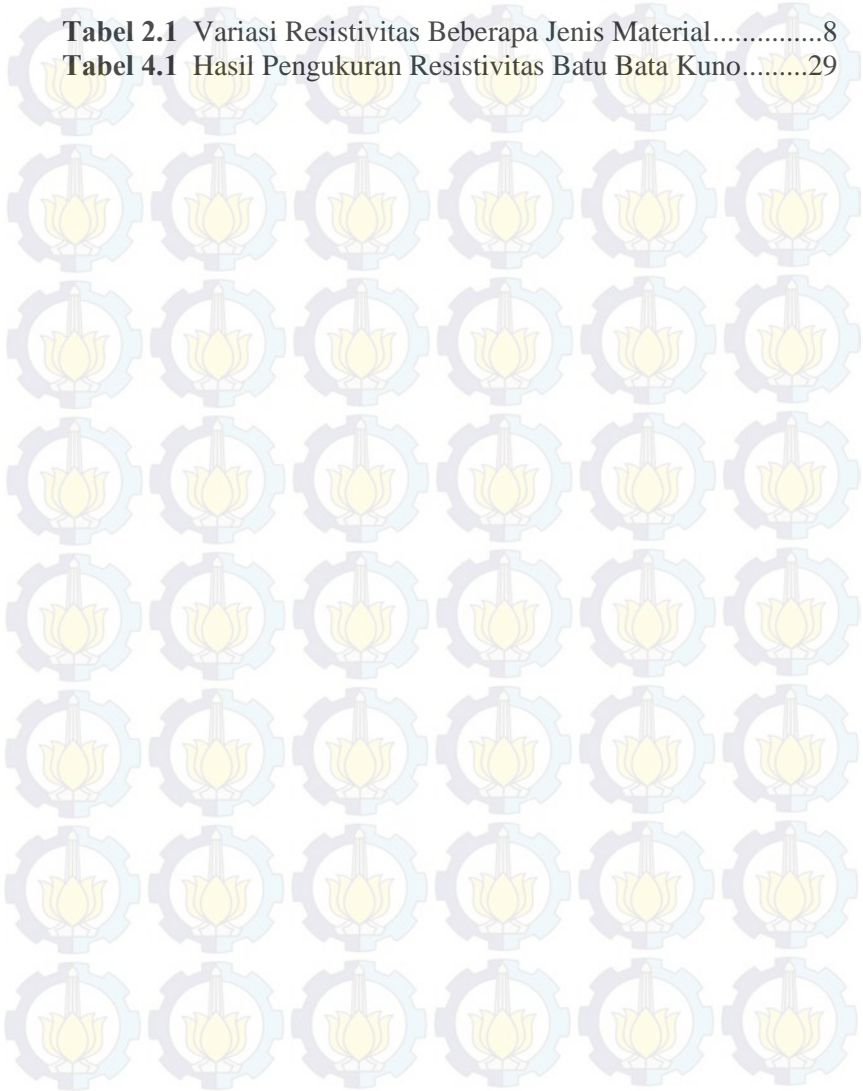
Gambar 2.1	Hasil Ekskavasi Swadaya Situs Sendang Agung ...	5
Gambar 2.2	Peta Geologi Daerah Penelitian	6
Gambar 2.3	Batu Bata Kuno dan Batu Bata Modern.....	7
Gambar 2.4	Pola Distribusi Potensial dan Arus yang Disebabkan Oleh Sumber Arus Ganda di Permukaan	14
Gambar 2.5	Bentuk Susunan Elektroda Arus Ganda pada Permukaan Homogen	15
Gambar 2.6	Konfigurasi Wenner-Schlumberger	17
Gambar 2.7	Berbagai Kondisi Geometri Eksperimen Pada Tomografi Akustik (A) <i>Over-Determined</i> (B) <i>Under-Determined</i> (C) <i>Mixed Determined</i>	19
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2	Peta Akuisisi Lapanga Pengukuran.....	25
Gambar 3.3	Pola Perpindahan Elektroda Pada Konfigurasi Wenner-Schlumberger	26
Gambar 4.1	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 1.....	32
Gambar 4.2	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 2.....	32
Gambar 4.3	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 3.....	34
Gambar 4.4	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 4.....	34
Gambar 4.5	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 5.....	37
Gambar 4.6	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 6.....	37
Gambar 4.7	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 7.....	39
Gambar 4.8	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 8.....	39
Gambar 4.9	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 9.....	41
Gambar 4.10	Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 10....	41
Gambar 4.11	Interpretasi <i>Plotting</i> Persebaran Batuan Candi Berdasarkan Kedalaman (1) Penemuan Situs Utama (Tumpukan) (2) Penemuan Situs Kedua (Sumur) (3) Penemuan Situs Ketiga.....	43
Gambar 4.12	Kedalaman Dimensi Batuan Penyusun Situs Sendang Agung Tegangan dan Arus.....	44

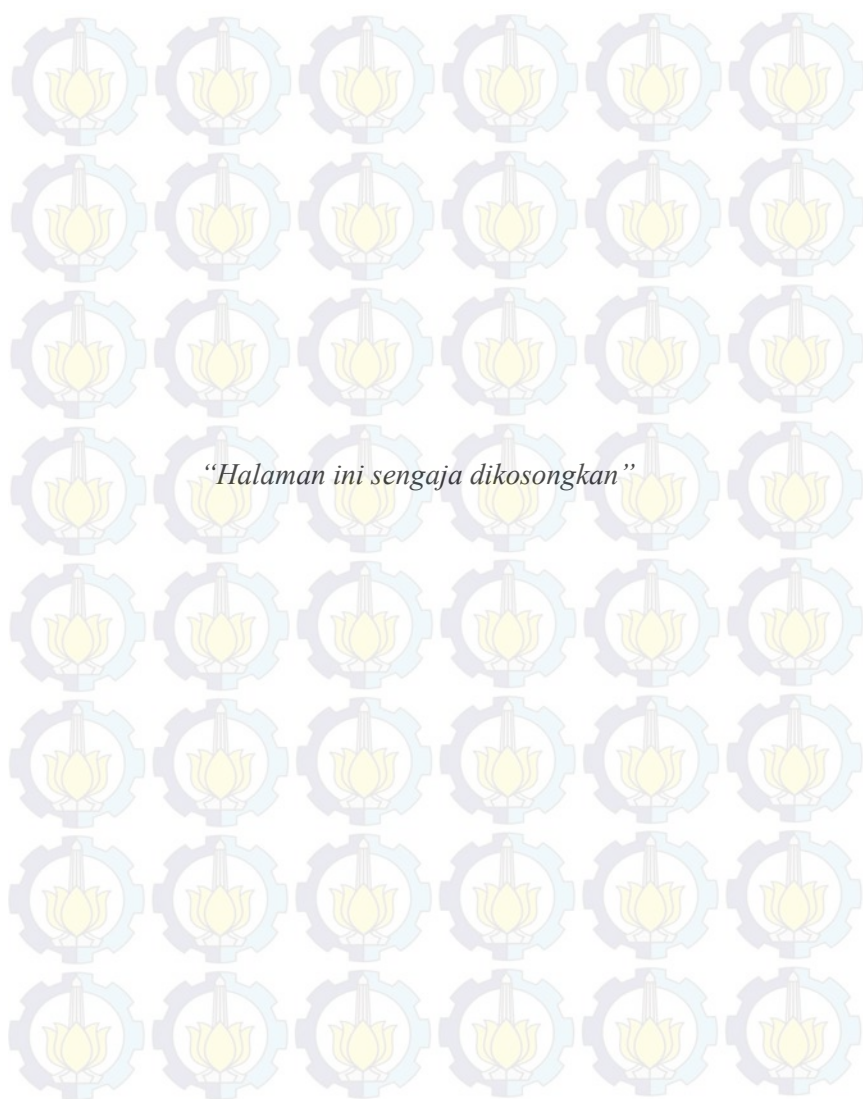
Gambar 4.13 Penemuan Pertama Berupa Tumpukan Batu Bata Kuno Lokasi Situs Sendang Agung.....	45
Gambar 4.14 Penemuan Kedua Berupa Sumur Kuno dengan Susunan Batu Bata Kuno di Sebelah Utara Berjarak 15 Meter dari Penemuan Pertama.....	46
Gambar 4.15 Penemuan Ketiga Berupa Susunan Batu Bata Kuno di Sebelah Utara Berjarak 3 Meter dari Penemuan Pertama.....	46
Gambar 4.16 Pendugaan Kuat Persebaran Batu Bata Kuno Pada Sekitar Situs Utama	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi Resistivitas Beberapa Jenis Material.....8

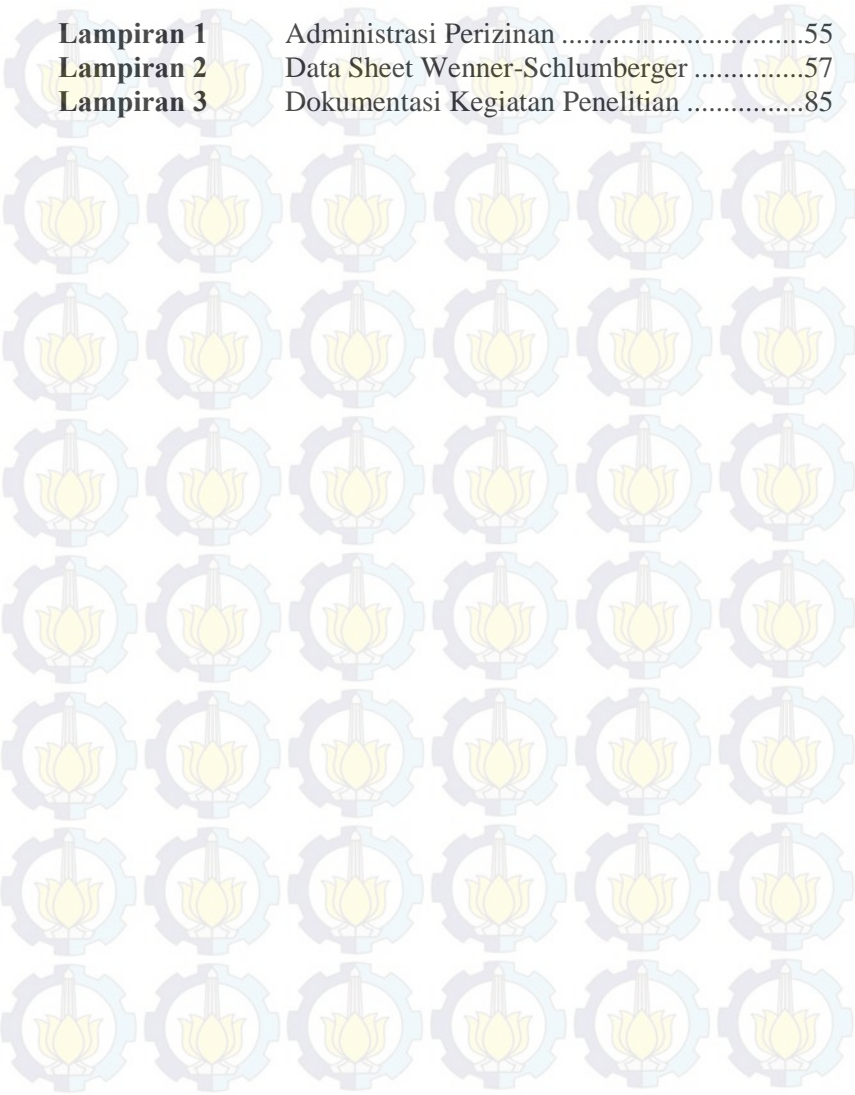
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Resistivitas Batu Bata Kuno.....29





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Administrasi Perizinan	55
Lampiran 2	Data Sheet Wenner-Schlumberger	57
Lampiran 3	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	85





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jas Merah, ungkapan Bung Karno ini telah melekat ke hati seluruh rakyat Indonesia. Jangan sesekali melupakan sejarah adalah bentuk penghormatan serta apresiasi untuk para leluhur yang telah berjuang membangun Indonesia melalui bidangnya masing-masing dan dengan caranya masing-masing. Ungkapan ini juga pantas dipandang melalui nilai-nilai kesejarahan bangsa Indonesia melalui kekayaan budaya berupa berbagai macam peninggalan sejarah seperti arca, relief, candi dan lain sebagainya. Peninggalan sejarah yang tersebar di seluruh pelosok negeri ini adalah saksi sejarah kehidupan berbudaya serta kearifan lokal di masa lalu. Salah satu bangunan tersohor peninggalan sejarah Indonesia adalah candi (*temple*). Candi dapat berupa bangunan berbentuk gapura beratap dan tidak beratap, bangunan ini memiliki nilai kultur dan religius sebagai contoh Borobudur, Prambanan dan beberapa candi besar lainnya (Baskoro, 2007). Candi-candi Hindu di Indonesia pada umumnya dibangun oleh para raja di masa hidupnya sebagai perwujudan leluhurnya seperti Dewa Wisnu, Dewa Brahma dan lainnya (Jayanti, 2012).

Pihak pemerintah yang terkait dalam hal ini Balai Pelestarian Cagar Budaya serta para pihak akademisi yang berkecimpung dalam bidang tersebut melakukan berbagai macam usaha untuk menemukan situs candi melalui proses ekskavasi. Terdapat banyak dari situs candi lainnya yang belum ditemukan, usaha pelestarian ini diwujudkan dalam bentuk pemugaran tanpa membuang nilai-nilai historisnya. Secara garis besar masyarakat Indonesia mengenal istilah candi untuk jenis bangunan kuno termasuk reruntuhan di manapun letaknya (Soekmono, 1990).

Beberapa kasus penemuan situs candi didapatkan dalam keadaan yang sudah rusak seperti halnya sisa potongan berkeping-keping, sisa reruntuhan serta sebagian lainnya masih terpendam dalam tanah. Situs candi tersebut biasanya terpendam dalam tanah

karena adanya berbagai faktor seperti tertimbun lahar akibat letusan gunung merapi dan atau gempa bumi (Baskoro, 2007)

Salah satu penemuan baru situs candi yang berada di Jawa Timur adalah Situs Sendang Agung yang terletak di daerah persawahan Desa Urangagung, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala Trowulan Mojokerto telah melakukan survei awal untuk memastikan bahwa penemuan ini merupakan situs peninggalan purbakala diindikasikan dengan penemuan batu bata berukuran besar yang diekskavasi swadaya oleh warga sekitar. Hasil penggalian dengan kedalaman 1,5 meter ditemukan batuan bata berukuran besar yang tertata rapi membentuk saluran air. Kesimpulan sementara diketahui bangunan tersebut merupakan salah satu bangunan peninggalan dari kerajaan yang berkuasa di Sidoarjo pada zaman sekitar Kerajaan Jenggala atau Kerajaan Mojopahit serta bangunan yang ditemukan di daerah tersebut memiliki bentuk seperti sendang atau kolam air (TIM BPCB Mojokerto, 2015).

Upaya penyelamatan situs terlebih dahulu harus memperhatikan hal-hal penting terkait efektifitas dan efisiensi, kurangnya informasi tentang keberadaan penyebaran batuan penyusun candi yang terpendam di dalam tanah menjadi dasar tugas akhir ini perlu dilakukan. Salah satu peran ilmu geofisika adalah memperkirakan penyebaran benda purbakala yang masih terpendam. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran dengan metode pemetaan bawah permukaan di sekitar daerah yang diduga terdapat sisa bangunan candi agar proses penggalian dapat dilakukan tanpa menimbulkan kerusakan dan diperoleh hasil yang signifikan dan efisien.

Metode geofisika untuk meneliti Situs Sendang Agung ini adalah metode resistivitas yang diharapkan mampu membantu mengetahui keberadaan dan sebaran batu candi yang masih terpendam di dasarkan pada perbedaan respon sifat fisis antara batuan candi dan tanah disekitarnya. Pemanfaatan metode tersebut

diharapkan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam upaya penggalian serta pemugaran suatu candi.

Metode geofisika yang pernah digunakan pada bidang arkeologi adalah untuk mencari situs arkeologi yang berada di Sardis, Turki (Mahmut G. Drahor, 2006). Metode resistivitas juga pernah digunakan dalam penyelidikan Situs Peinan, Taiwan yang merupakan situs arkeologi desa Neolitik yang paling utuh dengan kompleks batu tulis (Tong, Lun-Tao, dkk, 2013). Eksplorasi arkeologi juga dilakukan di Yunani dengan metode resistivitas (Tsokas, G.N, 1994). Ilmu geofisika dengan menggunakan resistivitas juga pernah digunakan dalam survey yang dilakukan di Situs Mugardos (Matias, M.Senos dan F. Almeida, 1992). Beberapa landasan di atas digunakan penulis sebagai landasan berpikir bagi penulis untuk mengaplikasikan metode geolistrik tersebut dalam studi struktur bawah permukaan di wilayah Situs Sendang Agung ini.

1.2 Rumusan Permasalahan

Rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana dan dimana letak posisi batuan penyusun Situs Sendang Agung berdasarkan pengukuran geolistrik agar proses ekskavasi berjalan efektif dan efisien.
2. Bagaimana bentuk pola/kontur dari sebaran batuan penyusun situs yang terpendam pada Situs Sendang Agung, Sidoarjo.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Data yang digunakan merupakan data pengukuran di Situs Sendang Agung Desa Urangagung Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi wenner-schlumberger.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini antara lain :

1. Memberikan dugaan posisi batuan penyusun Situs Sendang Agung yang terpendam dalam tanah berdasarkan hasil pengukuran geolistrik sehingga membantu dalam proses ekskavasi selanjutnya lebih efektif dan efisien.
2. Menentukan bentuk pola/kontur dari sebaran batuan penyusun situs yang masih terpendam pada Situs Sendang Agung, Sidoarjo.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Tugas Akhir ini antara lain :

1. Pengoptimalan proses ekskavasi Situs Sendang Agung agar lebih efektif dan efisien.
2. Menunjang kemajuan ilmu pengetahuan terutama ilmu geofisika untuk mengkaji penyebaran dan pelacakan situs purbakala di daerah lainnya.
3. Sebagai salah satu sumber referensi bagi para peneliti lain yang ingin melanjutkan atau mengembangkan penelitian tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas akhir ini terdiri dari abstrak yang berisi gambaran umum dari penelitian ini. Bab I pendahuluan yang menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bab II tinjauan pustaka meliputi teori dasar yang digunakan sebagai landasan dari penelitian. Bab III metodologi penelitian, prosedur kerja yang dilakukan. Bab IV hasil penelitian dan pembahasannya, serta Bab V kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ekskavasi Di Situs Sendang Agung

Ekskavasi dalam kepurbakalaan adalah salah satu teknik pengumpulan data melalui penggalian tanah yang dilakukan secara sistematis untuk menemukan satu atau himpunan tinggalan arkeologi dalam situasi *insitu*. Pada kegiatan ini terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan (Tim BPCB Mojokerto), yakni: (1) sistem tespit dengan cara membuat titik-titik kotak galian secara acak dimana sistem ini berbentuk kotak-kotak yang berpenjarang sporadis di sekitar cagar budaya yang akan diberi zona perlindungan; (2) teknik penggalian menggunakan lot, dimana setiap lot ditentukan oleh perubahan data arkeologis. Dengan ekskavasi diharapkan akan diperoleh sebaran temuan, hubungan antar temuan, stratigrafis tanah, lingkungan alam dan manusia setelah temuan mengalami deposisi.

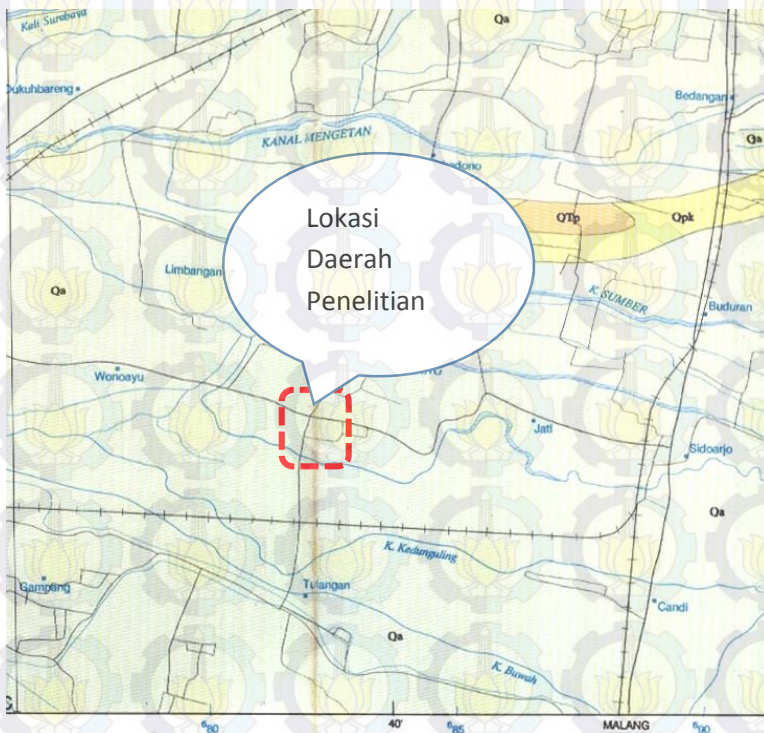
Gambar 2.1 merupakan hasil penemuan pertama di Situs Sendang Agung, Desa Urangagung, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo. Penemuan pertama ini berbentuk dua tumpukan batu bata dengan ketinggian 50 cm dan terdapat air diantaranya. Berdasarkan kondisi lapangan tersebut, maka dilakukan pengujian sampel batu bata dengan kondisi basah pula agar nilai resistivitasnya sama dengan kondisi asli di lapangan.



Gambar 2.1 Hasil Ekskavasi Swadaya Situs Sendang Agung

2.2. Kondisi Geologi Lokasi Penelitian

Berdasarkan peta geologi Sidoarjo, daerah Situs Sendang Agung, Desa Urangagung, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo diketahui bahwa kondisi lapangannya berupa persawahan aktif. Kondisi sekitar daerah penelitian didominasi tanah lempung atau tanah liat. Berdasarkan peta geologi Sidoarjo diketahui daerah lokasi penelitian ini memiliki jenis tanah alluvial. Karakteristik tanah tersebut akibat dari bentuk daerah Sidoarjo adalah delta yang diapit oleh 2 sungai besar, yaitu Sungai Surabaya dan Sungai Porong. Berikut peta geologi daerah penelitian (Gambar 2.2)



Gambar 2.2 Peta Geologi Daerah Penelitian

2.3. Batuan Bata

Batu bata terbuat dari tanah liat yang melalui proses pencetakan, penjemuran serta pembakaran dalam pembuatannya. Sumber utama dari batuan ini adalah tanah liat atau lempung. Batu bata kuno berbeda dengan batu bata modern saat ini, perbedaan yang mencolok yg terlihat adalah dalam bentuk ukuran. Batu bata kuno memiliki ukuran panjang 36 cm, lebar 20 cm, dan tebal 7 cm sedangkan batu bata modern berukuran panjang 18 cm, lebar 10 cm, dan tebal 6 cm. Nilai resistivitas yang digunakan untuk menentukan batuan penyusun situs ini adalah nilai resistivitas batu bata kuno dengan kondisi basah. Berdasarkan pengukuran nilai resistivitas yang dilakukan, diketahui besarnya berada pada sekitar $\pm 200 \Omega m$.



Gambar 2.3 Batuan Bata Kuno dan Batu Bata Modern

2.4. Sifat Kelistrikan Batuan

Sifat batuan memiliki karakteristik tersendiri tak terkecuali dalam hal sifat kelistrikannya. Salah satu sifat batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan

kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. (Grandis, 2006) menjelaskan bahwa semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya. Batuan bersifat konduktif terhadap arus listrik dikarenakan struktur pembentuknya mengandung mineral-mineral.

Sifat ini yang menyebabkan batuan padat memiliki resistivitas tinggi, sedangkan pasir memiliki resistivitas yang rendah karena mampu menyerap air. Sifat listrik ini dapat berasal dari alam atau yang berasal dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam permukaan bumi sehingga terjadi ketidakseimbangan muatan di dalamnya.

Konduktor berisi banyak elektron bebas dengan mobilitas yang sangat tinggi. Isolator memiliki ikatan ionik sehingga elektron-elektron valensi tidak bebas bergerak. Serta diantara keduanya adalah bahan semikonduktor, jumlah elektron bebasnya lebih sedikit. Berdasarkan besar harga resistivitas listriknya, batuan digolongkan dalam 3 kategori menurut (Telford, 1990) yakni, konduktor baik ($10^{-8}\Omega m < \rho < 1\Omega m$), semikonduktor ($1\Omega m < \rho < 10^7\Omega m$), serta isolator ($\rho > 10^7\Omega m$).

Besar nilai tahanan jenis batuan tergantung pada struktur materialnya, densitas, porositas, ukuran dan bentuk pori-pori batuan, kandungan air, kualitas dan suhu. Pada dasarnya meskipun air tanah bukan konduktor listrik yang baik, air tanah secara umum dapat menambah kemampuan suatu bahan untuk menghantar listrik. Variasi resistivitas beberapa jenis material ditunjukkan oleh (Telford, 1990) sebagai berikut,

Tabel 2.1 Variasi Resistivitas Beberapa Jenis Material

Jenis Material	Resistivity (Ωm)
Granit	200 – 100.000
Andesit	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal	200 – 100.000

Gamping	500 – 10.000
Batu Pasir	200 – 8.000
Batu Tulis	20 – 2.000
Pasir	1 – 1.000
Lempung	1 – 100
Air Tanah	0,5 – 300
Air Asin	0,2
Magnetik	0,01 – 1.000
Kerikil Kering	600 – 10.000
Tanah Aluvial	10 -800
Kerikil	100 – 600

2.5 Konduktivitas Listrik Batuan

Pengetahuan dasar tentang sifat kelistrikan suatu batuan menjadi penting dalam ilmu geofisika. Hal ini menjadi penting karena berkaitan dengan metode pengukuran bawah permukaan untuk mengetahui sifat kelistrikan suatu formasi atau anomali bawah permukaan. Metode ini dikenal dengan geolistrik atau kelistrikan bumi. Sehingga dapat kita ketahui bersama bahwa aliran arus listrik di dalam batuan dan mineral dapat di golongkan menjadi tiga macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik, dan konduksi secara dielektrik.

2.5.1 Konduktivitas Secara Elektronik

Konduksi elektronik ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik di alirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu

bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya.

Resistivitas memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri. Jika di tinjau suatu silinder dengan panjang L , luas penampang A , dan resistansi R , maka dapat di rumuskan

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (1)$$

Dimana secara fisis rumus tersebut dapat di artikan jika panjang silinder konduktor (L) dinaikkan, maka resistansi akan meningkat, dan apabila diameter silinder konduktor diturunkan yang berarti luas penampang (A) berkurang maka resistansi juga meningkat. Di mana ρ adalah resistivitas (tahanan jenis) dalam Ωm . Sedangkan menurut hukum Ohm, resistivitas R dirumuskan,

$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

R adalah resistansi (Ω), V adalah beda potensial (volt), I adalah kuat arus (Ampere). Kemudian substitusi kedua rumus Persamaan (1) dan (2) di atas sehingga didapatkan nilai resistivitas (ρ) sebesar,

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (3)$$

Sifat konduktivitas batuan σ (mhos/m) merupakan kebalikan dari resistivitas (ρ) dinyatakan dengan,

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{IL}{VA} = \left(\frac{I}{A}\right) \left(\frac{L}{V}\right) = \frac{J}{E} \quad (4)$$

Dimana J adalah rapat arus (ampere/m²), E adalah medan listrik (volt/m).

Persamaan di atas menjadi acuan dalam melakukan pengukuran nilai resistivitas sebaran batuan situs purbakala Sendang Agung di Desa Urangung, Sidoarjo Jawa Timur.

2.5.2 Konduktivitas Secara Dielektrik

Konduksi ini terjadi jika bebatuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, bahkan tidak sama sekali. Elektron dalam batuan berpindah dan berkumpul terpisah dalam inti karena adanya pengaruh medan listrik di luar, sehingga terjadi polarisasi.

2.5.3 Konduktivitas Secara Elektrolitik

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Namun pada kenyataannya batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori-pori yang terisi oleh suatu fluida, terutama air. Akibat dari terisinya pori-pori oleh air batuan-batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, dimana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas batuan pori bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang dan sebaliknya konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak.

2.6 Potensial Dalam Medium Homogen

Jika arus kontinyu yang mengalir pada medium homogen isotropis dengan rapat arus J dan kuat medan listrik E , maka sesuai hukum Ohm dapat dituliskan sebagai berikut (Telford, 1990),

$$J = \sigma E \quad (5)$$

Dimana σ adalah,

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (6)$$

Sehingga didapatkan persamaan,

$$J = \frac{1}{\rho} E \quad (7)$$

Diketahui E adalah medan listrik (volt/m) dan ρ adalah resistivitas (Ω) medium. Berdasarkan bahwa medan listrik E adalah sebuah bagian gradien dari potensial skalar sebagai berikut,

$$E = -\nabla V \quad (8)$$

Substitusi Persamaan (8) ke dalam Persamaan (5) di atas, didapatkan,

$$J = -\sigma \nabla V \quad (9)$$

Jika sumber tidak memiliki muatan,

$$\nabla \cdot J = 0 \quad (10)$$

Disubstitusikan ke Persamaan (9) sehingga mendapatkan,

$$\nabla \cdot J = -\nabla \cdot (\sigma \nabla V) = 0 \quad (11)$$

dari persamaan di atas, dengan menggunakan teorema vektor didapatkan

$$\nabla \sigma \cdot \nabla V + \sigma \nabla^2 V = 0 \quad (12)$$

Jika σ bernilai konstan diseluruh sumber, kita mendapatkan Persamaan Laplace dalam bentuk potensial harmonik, disebabkan dari medium homogen isotropis (Telford, 1990),

$$\nabla^2 V = 0 \quad (13)$$

Dalam hal ini tinjauan bumi dalam bentuk koordinat bola, sehingga operator Laplacian digambarkan dalam bentuk,

$$\nabla^2 V = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} = 0 \quad (14)$$

Dari sistem yang simetri, potensial akan berupa fungsi r saja, dimana r adalah jarak dari elektroda pertama. Di dalam koordinat bola persamaan Laplace dapat dituliskan secara sederhana seperti,

$$\nabla^2 V = \frac{d^2 V}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dV}{dr} \quad (15)$$

Kemudian dikalikan r^2 dan diintegrasikan terhadap dr , sehingga diperoleh,

$$\frac{dV}{dr} = \frac{A}{r^2} \quad (16)$$

Diintegrasikan kembali terhadap dr , sehingga didapatkan,

$$V = -\frac{A}{r} + B \quad (17)$$

Dimana A dan B adalah konstanta dikarenakan $V = 0$ ketika $r \rightarrow \infty$, didapatkan $B = 0$.

2.6.1 Elektroda Arus Tunggal Dalam Sebuah Permukaan Medium Homogen

Ketika arus pada titik elektroda dikirimkan pada permukaan medium homogen isotropis dan jika udara bebas di atasnya mempunyai konduktivitas yang bernilai nol. Kemudian dengan menggunakan persamaan Laplace dalam koordinat bola bersesuaian dengan persamaan (14) untuk B bernilai sama dengan nol, pada bidang batas permukaan ($z = 0$) berlaku,

$$E_z = \frac{\partial V}{\partial z} \Big|_{z=0} = 0 \text{ (karena } \sigma_{udara} = 0) \quad (18)$$

Saat arus total yang mengalir melalui medium bawah permukaan setengah bola dijabarkan,

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \frac{1}{\rho} \frac{dV}{dr} \quad (19)$$

Persamaan di atas dapat dituliskan dalam bentuk berikut,

$$\frac{dV}{dr} = -\frac{\rho I}{2\pi r^2} \quad (20)$$

Merujuk pada Persamaan (16) dan (20) didapatkan konstanta,

$$A = -\frac{\rho I}{2\pi} \quad (20)$$

selanjutnya pada tahap akhir didapatkan persamaan,

$$V = \frac{\rho I}{2\pi a} \quad (21)$$

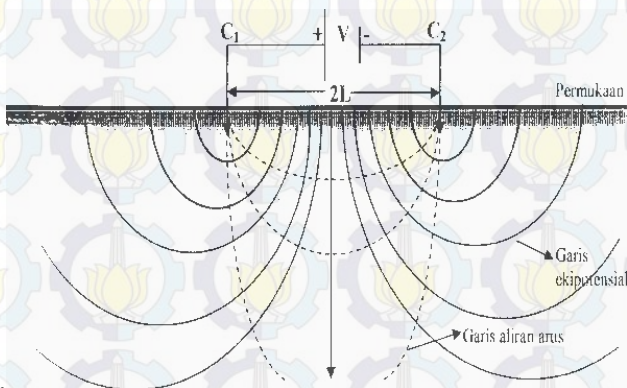
2.6.2 Elektroda Arus Ganda Dalam Sebuah Permukaan Medium Homogen

Ketika jarak antara dua elektroda terbatas, potensial pada titik permukaan terdekat akan terkena imbas oleh kedua arus elektroda. Sumber arus ganda di permukaan menyebabkan adanya garis ekipotensial yang tegak lurus terhadap garis aliran arus. Arus listrik diinjeksikan melalui elektroda C1 dan C2, sedangkan beda potensial diukur pada elektroda potensial P1 dan P2 (Lihat Gambar 2.5), (Telford, 1990).

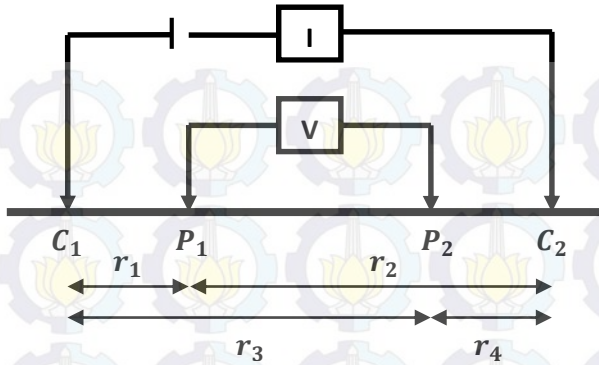
Persamaan potensial dalam elektroda arus ganda pada permukaan medium homogen adalah,

$$V_{P1} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (22)$$

$$V_{P2} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (23)$$



Gambar 2.4 Pola Distribusi Potensial dan Arus yang Disebabkan Oleh Sumber Arus Ganda di Permukaan.



Gambar 2.5 Bentuk Susunan Elektroda Arus Ganda pada Permukaan Homogen

Beda potensial antara kedua elektroda berdasarkan persamaan (22) dan (23) dapat dituliskan,

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right) \quad (23)$$

Kemudian persamaan untuk nilai resistivitas semu dirumuskan sebagai berikut,

$$\rho = K \frac{\nabla V}{I} \quad (24)$$

Dimana K merupakan koreksi dalam pengolahan data adalah nilai faktor geometri yang besarnya tergantung dari jenis konfigurasi yang digunakan dituliskan,

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1} \quad (25)$$

2.7 Metode Geolistrik

Metode geolistrik adalah salah satu metode eksplorasi bidang geofisika yang memanfaatkan sifat kelistrikan dan lapisan bumi. Beberapa metode geolistrik yang telah diaplikasikan di antaranya adalah metode polarisasi imbas (*induced polarization*,

IP), metode potensial diri (self potential, *sp*) dan metode geolistrik tahanan jenis (*resistivity*).

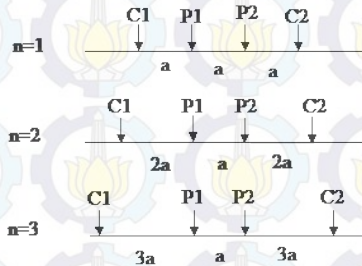
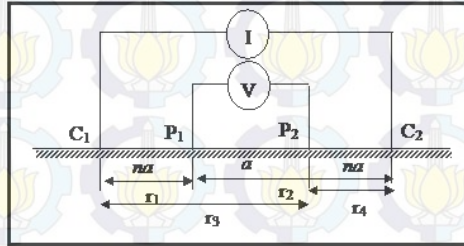
Metode resistivitas atau dalam kata lain geolistrik tahanan jenis adalah metode yang bersifat dinamik. Sifat dinamik ini dapat diartikan bahwa metode ini menggunakan gangguan aktif melalui media elektroda arus berupa injeksi arus yang dipancarkan ke bawah permukaan bumi. Sehingga menimbulkan gejala fisis berupa beda nilai resistivitas material di bawah permukaan dan akan ditangkap oleh elektroda potensial.

Metode resistivitas ini dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu metode resistivitas *mapping* dan *sounding*. Metode resistivitas digunakan untuk membedakan material di dalam bumi berdasarkan perbedaan kemampuannya mengkonduksi arus listrik. Metode ini juga merupakan salah satu metode geofisika non-destruktif yang mampu diaplikasikan dengan ramah lingkungan. Kelebihan metode geolistrik adalah mampu digunakan untuk investigasi dalam jangka waktu panjang, karena metode ini hanya dipengaruhi sedikit faktor luar seperti hujan. Dengan demikian proses pengukuran di lapangan dapat dilakukan untuk musim yang berbeda (Sjodahl dkk, 2006; Johansson dan Dahlin., 1996; Johansson, 1997). Metode resistivitas merupakan salah satu metode utama yang mampu digunakan dalam eksplorasi bidang arkeologi (Reynolds, 1997).

2.8 Konfigurasi Elektroda Wenner-Schlumberger

Modifikasi dari bentuk Wenner dan Schlumberger dapat digunakan pada sistem konfigurasi yang menggunakan aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 dan C2-P2 dengan spasi antara elektroda P1-P2. Dimana a adalah jarak antara elektroda P1-P2. Konfigurasi ini memiliki pola berjalan elektroda seperti Wenner dan secara efektif menjadi konfigurasi Schlumberger ketika n faktor jarak lebih besar dari 2. Selain cakupan horisontal yang lebih baik dikarenakan pergerakannya seperti konfigurasi Wenner, kedalaman maksimum penetrasi

konfigurasi ini adalah sekitar 15% lebih besar dari konfigurasi Wenner karena perubahan jarak spasi antara elektroda C-P ditingkatkan menjadi $2a$, $3a$, $4a$ bahkan lebih, sedangkan jarak antara elektroda P-P tetap a , hal ini bertujuan untuk meningkatkan penyelidikan kedalaman maka jarak antara seperti halnya metode Schlumberger.



Gambar 2.6 Konfigurasi Wenner-Schlumberger

$$\rho = K \frac{V}{I} \quad (26)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)} \quad (27)$$

Dimana K adalah faktor geometri yang tergantung oleh penempatan elektroda di permukaan dan ρ adalah resistivitas (tahanan jenis). Berdasarkan persamaan (27) didapatkan persamaan,

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+a}\right)} \quad (28)$$

$$K = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{na} - \frac{1}{na+a}\right)} \quad (29)$$

$$K = \pi n (n + 1) a \quad (30)$$

Maka nilai resistivitas untuk metode Wenner-Schlumberger dapat dihitung dengan faktor geometri k dengan persamaan sebagai berikut,

$$\rho = \pi n (n + 1) a \frac{\Delta V}{I} \quad (31)$$

2.9 Konsep Dasar Resistivitas Semu

Resistivitas semu adalah nilai resistivitas yang terukur di lapangan. Penjelasan bahwa bumi ini terdiri dari bermacam-macam lapisan dengan ρ yang berbeda-beda, membuat potensial yang terukur juga akan mengalami perbedaan nilai pula bergantung pada setiap lapisannya. Sehingga pada hal ini menjelaskan bahwa harga resistivitas yang terukur tidak hanya untuk satu lapisan, melainkan untuk seluruh lapisan. Pada dasarnya bumi mempunyai kondisi yang berlapis-lapis dengan harga resistivitas yang berbeda-beda. Nilai resistivitas semu dinyatakan dalam persamaan (Telford, 1990),

$$\rho_s = K \frac{\nabla V}{I} \quad (32)$$

2.10 Inversi Data Resistivitas 2D

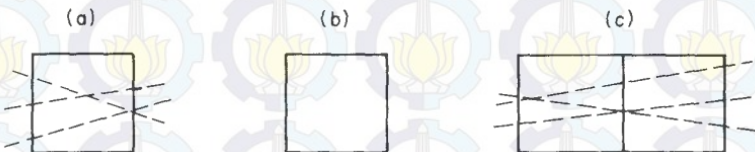
Menurut Menke, proses inversi bertujuan untuk mencari model yang memberikan respon yang mirip dengan nilai pengukuran di lapangan. Kebanyakan problem inversi dimulai dengan deskripsi data, karena kebanyakan data itu hanya tabel yang terdiri dari angka - angka, vektor menyediakan representasi yang mudah untuk digunakan. Jika N pengukuran dilakukan dalam suatu eksperimen tertentu, kita dapat menganggap data yang dihasilkan sebagai elemen – elemen dari vektor \mathbf{d} dengan besar vektor N. Sama halnya, parameter dari model bisa direpresentasikan sebagai elemen vektor \mathbf{m} , yang panjangnya M.

$$\text{data: } \mathbf{d} = (d_1, d_2, d_3, d_4, \dots, d_N)^T \quad (33)$$

Parameter model: $\mathbf{m} = (m_1, m_2, m_3, m_4, \dots, m_M)^T$

Pernyataan dasar problem inversi bahwa parameter model dan data terhubung dalam suatu aturan tertentu. Hubungan ini biasanya disebut formula - formula yang menghubungkan parameter model dan data. Problem invers yang paling sederhana direpresentasikan dalam persamaan linear $\mathbf{Gm} = \mathbf{d}$. Persamaan yang merupakan dasar dari teori invers diskrit. \mathbf{G} adalah suatu matriks data kernel. Persamaan ini didasarkan pada besar vektor parameter model yang diestimasi dan data yang diprediksi $\mathbf{d}^{pre} = \mathbf{Gm}^{est}$.

Inversi data resistivitas 2D termasuk dalam permasalahan *mixed-determined*, yakni, merupakan gabungan dari kondisi *under-determined* dan *over-determined*. Hal ini disebabkan beberapa blok medium dilalui oleh beberapa berkas arus listrik dan beberapa blok medium lainnya tidak terlewati sama sekali. Medium yang beberapa kali terlewati arus listrik ini, akan terdefinisi dengan baik, hal ini merupakan sub-sistem permasalahan inversi *over-determined*. Sebaliknya daerah yang sama sekali tidak dilalui arus listrik tidak akan terdefinisi dengan baik sehingga merupakan sub-sistem permasalahan inversi *under-determined* lihat (**Gambar 2.7**).



Gambar 2.7 Berbagai Kondisi Geometri Eksperimen Pada Tomografi Akustik (A) *Over-Determined* (B) *Under-Determined* (C) *Mixed Determined*

Keterbatasan geometri eksperimen, misalnya posisi sumber dan penerima beda potensial, dapat menyebabkan harga parameter model secara individual tidak dapat ditentukan. Dalam

hal ini, kombinasi dari harga parameter model saja (seperti hanya harga rata-rata sifat fisik medium) yang dapat diperoleh. Oleh karena itu diperlukan strategi penyelesaian linier yang dapat menghasilkan informasi paling optimum mengenai parameter model yang dicari. Penggunaan asumsi tertentu mengenai karakter model dapat digunakan sebagai informasi “a priori” atau kriteria tambahan.

Proses inversi menggunakan *software* Res2dinv, *software* ini adalah program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi untuk bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik. *Software* ini menggunakan algoritma *least square* saat proses dilakukan. Algoritma *least square* ini terdiri dari dua macam algoritma yaitu *standart smoothness-constrain least square* dan *robust constrain least square*. Inversi yang digunakan dalam metode *least square* adalah jumlah kuadrat *error* E, perbedaan antara respon model awal dan nilai data observasi. Berikut Persamaan Gauss-Newton digunakan untuk mengurangi jumlah kuadrat *error*:

$$J^T J \Delta q_i = J^T (g^{obs} - g^{cal}) \quad (34)$$

Perubahan vektor model parameter J adalah matriks Jacobian disimbolkan dengan Δq_i . Matriks Jacobian dalam orde (m x n) dituliskan:

$$J_{ij} = \frac{\partial g^{cal}_i}{\partial \Delta q_{ij}} \quad (35)$$

Perubahan parameter model ke-j mengakibatkan perubahan pada respon model ke-i. Sehingga, didapatkan sebuah model baru sebagai berikut:

$$q_{k+1} = q_k + \Delta q_k \quad (36)$$

Vektor perubahan parameter yang dihitung menggunakan Persamaan (35) sangat besar. Maka, digunakan modifikasi Marquardt-Levenberg, yaitu:

$$(J^T J + \lambda I) \Delta q_k = J^T (g^{obs} - g^{cal}) - \lambda F q_k \quad (37)$$

Solusi di atas dikenal sebagai metode regresi. Model yang dihasilkan dengan metode ini memiliki *error* yang tinggi sehingga harus diminimalisir dengan variasi spasial pada parameter model dengan:

$$F = \alpha_x C_x^T C_x + \alpha_y C_y^T C_y + \alpha_z C_z^T C_z \quad (38)$$

Dimana C_x , C_y dan C_z sebagai matriks-matriks penghalus pada arah x, y dan z serta α_x , α_y dan α_z sebagai bobot relatif yang diberikan pada filter penghalus dengan arah x, y dan z.

Bentuk umum dari matriks penghalus adalah matriks differensial orde pertama yang diberikan oleh:

$$C = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & -1 & 1 & \dots & \dots & 0 \\ & & -1 & 1 & 0 & 0 \\ & & & \dots & & \\ & & & & \dots & \\ & & & & & 0 \end{bmatrix}$$

Pada beberapa kasus, struktur geologi bawah permukaan terdiri dari sejumlah daerah yang hampir homogen, dimana daerah tersebut memiliki batas yang mencolok di antara daerah yang berbeda. Sehingga Persamaan (37) dimodifikasi dengan meminimalisir nilai model resistivitas. *Least square* merupakan salah satu metode optimasi yang penerapan optimasinya berdasarkan pembobotan sesuai dengan iterasinya.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Bab ini memaparkan tentang metodologi tugas akhir berupa diagram alir penelitian, gambaran umum lokasi penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini.

3.1. Diagram Alir Penelitian

Secara umum tahapan penelitian tugas akhir ini ditunjukkan dengan diagram alir penelitian sebagai pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan deskripsi dari Gambar 3.1:

3.1.1. Survei Awal

Tahap yang pertama adalah survei awal, hal ini dilakukan untuk meninjau daerah yang akan dijadikan sebagai lokasi penelitian tugas akhir. Daerah survei terletak di Desa Urangagung Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Survei awal ini juga terkait penyelesaian administrasi perizinan ke berbagai pihak terkait seperti ke Balai Pelestarian Cagar Budaya

(BPCB) Trowulan Mojokerto, kelurahan desa setempat, serta jurusan.

3.1.2. Studi Literatur

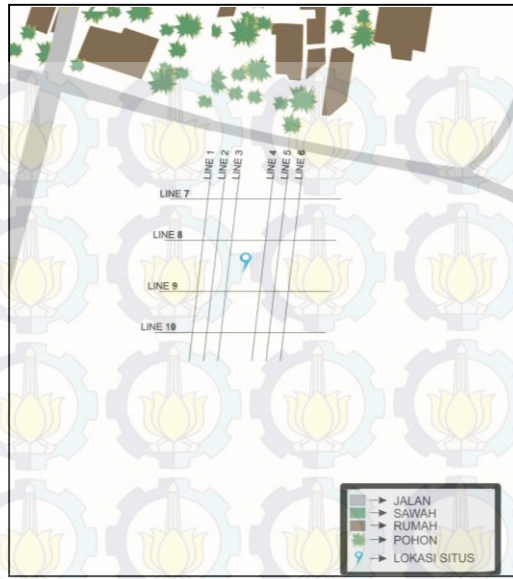
Tahap kedua adalah studi Literatur, studi ini dilakukan untuk memahami konsep dasar mengenai metode yang ada dalam penelitian tugas akhir ini. Pemahaman tentang metode resistivitas terutama pada konfigurasi Wenner-Schlumberger digunakan penulis untuk menunjang dalam pengambilan data lapangan serta memperoleh besar nilai resistivitas batu bata kuno. Selain itu studi mengenai *software* Res2dinv juga dilakukan dalam tahap proses pengolahan data.

3.1.3. Pengukuran Lapangan

Tahapan ketiga adalah pengukuran lapangan, kegiatan dalam proses pengukuran lapangan dibagi menjadi 2 tahap, yaitu tahap akuisisi data lapangan dan penjelasan metode Wenner-Schlumberger.

A. Akuisisi Data Lapangan

Penelitian ini menggunakan data *real survey* pada Situs Sendang Agung, Desa Urangagung, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Tahap awal dalam penelitian ini adalah proses survei lapangan serta untuk memetakan lokasi penelitian sehingga mendapatkan desain akuisisi penentuan lintasan yang tepat, berikut desain akuisisi pengukuran lapangan



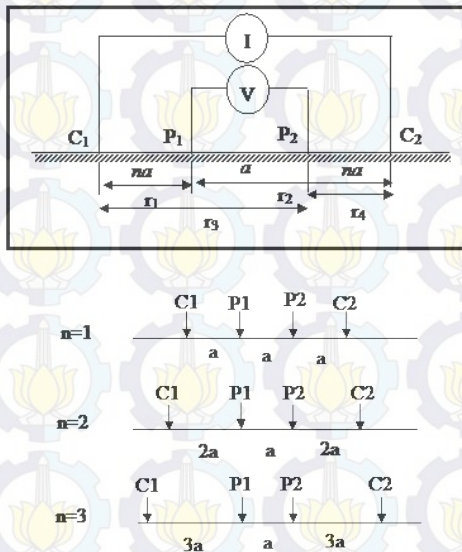
Gambar 3.2 Peta Akuisisi Lapangan Pengukuran

B. Metode Wenner-Schlumberger

Konfigurasi ini dipilih dengan pertimbangan tujuan dari penelitian ini adalah memetakan batuan peninggalan purbakala. Konfigurasi ini merupakan gabungan dari konfigurasi Wenner dan konfigurasi Schlumberger, perpindahan elektroda menggunakan sistem seperti konfigurasi Wenner sedangkan untuk perubahan jarak spasi yang digunakan dalam konfigurasi ini mengacu pada konfigurasi Schlumberger. Elektroda yang digunakan berjumlah empat buah terdiri dari dua elektroda arus dan dua elektroda potensial dengan formasi C1, P1, P2, C2 terpasang sejajar dalam satu garis lurus. Secara berurutan keempat elektroda tersebut bergeser dari titik awal pengukuran sampai titik akhir pengukuran dengan spasi a . Kemudian pada pengambilan data berikutnya diberikan variasi jarak antara C1

dan P1 sebesar $2a$, $3a$ dan $4a$, variasi jarak ini juga sama berlaku antara C2 dan P2, sedangkan untuk jarak antara P1 dan P2 tetap menggunakan spasi a . Pengambilan data tersebut dilakukan pada setiap line pengukuran yang telah diakuisisi seperti gambar (3.2) di atas.

Berikut Pola perpindahan elektroda pada metode Wenner-Schlumberger yang dilakukan pada penelitian ini,



Gambar 3.3 Pola Perpindahan Elektroda Pada Konfigurasi Wenner-Schlumberger

3.1.4. Pengolahan dan Hasil Pengolahan Data

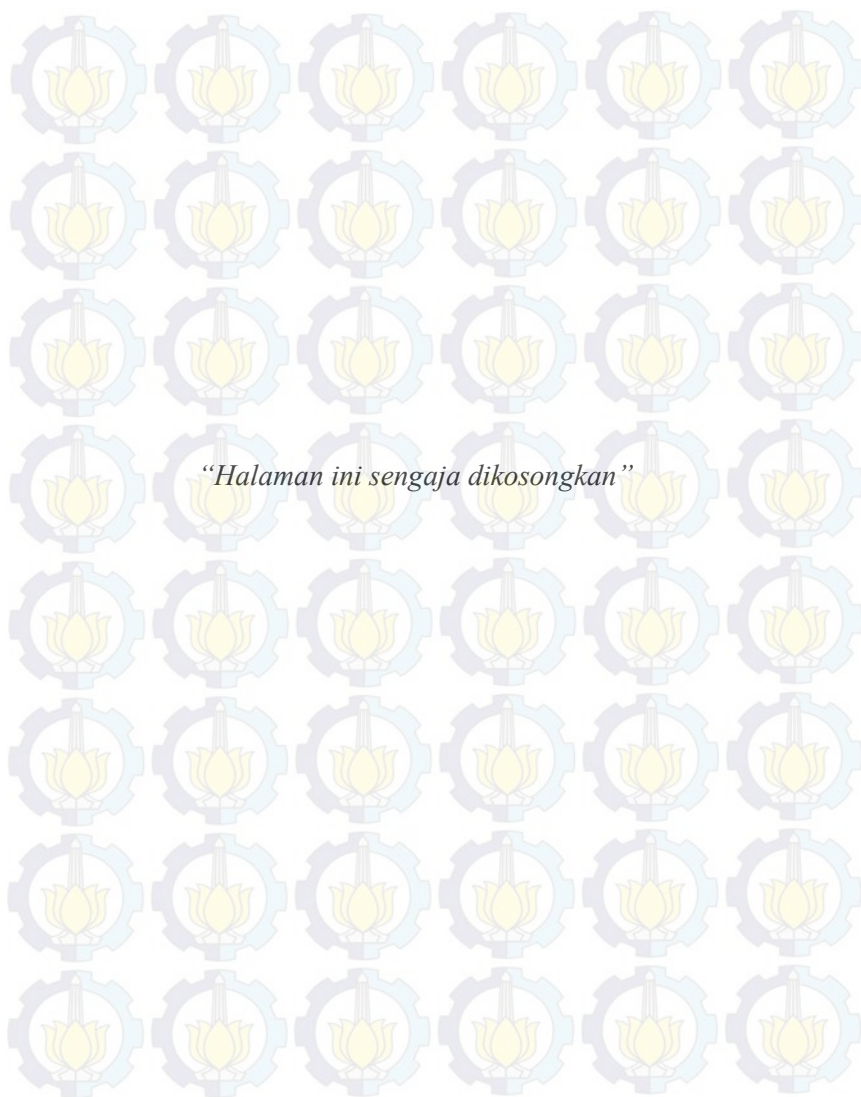
Tahapan keempat adalah pengolahan, langkah awal pada proses ini adalah penghitungan nilai faktor geometri (K) dengan satuan meter, kemudian dari nilai faktor geometri dan hasil pengukuran berupa nilai hambatan (R) dengan satuan ohm dilakukan perhitungan nilai resistivitas (ρ) dengan satuan ohm.m, dari hasil

data diatas dilakukan pengolahan data menggunakan *software* Res2dinv dan Surfer untuk mendapatkan peta kontur.

Tahap selanjutnya ialah menginterpretasikan hasil pengolahan data dengan melihat permodelan dari *software* Res2dinv dan Surfer untuk mengetahui nilai resistivitas batu bata kuno dalam mengindikasi permodelan yg telah merujuk pada hasil pengukuran besar nilai resistivitas batu bata kuno yang dilakukan pada laboratorium fisika fmipa its, dimana pengukuran batu bata tersebut digunakan sebagai rujukan dalam hasil interpretasi sehingga bisa diidentifikasi letak batu bata yang tertanam pada sekitar wilayah situs.

3.1.5. Kesimpulan

Tahap terakhir dalam diagram alir ini adalah menyimpulkan hasil interpretasi penelitian dan penerapan hasil penelitian pada daerah lokasi peneitian serta memberikan rekomendasi untuk memperbaiki penelitian.



BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Nilai Resistivitas Batu Bata Purbakala

Pengukuran nilai resistivitas batu bata kuno ini digunakan untuk pendugaan sebaran batu bata kuno pada hasil inversi di setiap lintasan tersebut atau tidak. Diberikan perlakuan kondisi basah dan kering agar bisa dibandingkan besar nilai resistansinya. Variasi kondisi ini berkorelasi dengan kondisi lapangan yang batu bata kuno situs berada pada kondisi basah karena air tanah.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Resistivitas Batu Bata Kuno

No	Nilai resistivitas	
	Batu bata kuno kering	Batu bata kuno basah
1	574,99 Ω .m	205.39 Ω .m
2	630.82 Ω .m	205.45 Ω .m
3	647,97 Ω .m	205.45 Ω .m
4	693,68 Ω .m	207.76 Ω .m
5	716,54 Ω .m	207.14 Ω .m
Rata-rata	$\pm 652,80 \Omega$.m	$\pm 206,24 \Omega$.m

Nilai resistivitas pada batu bata kering ini berkisar 500 Ω .m - 700 Ω .m. Besarnya nilai ini diakibatkan karena batu bata kuno ini memiliki struktur yang sangat kering sehingga pada dasarnya dalam kondisi tersebut listrik sangat susah untuk mengalir. Sedangkan besar nilai resistivitas batuan bata kuno pada kondisi basah memiliki nilai $\pm 200 \Omega$.m. Nilai resistivitas yang cukup

kecil ini diakibatkan listrik pada batu bata kuno dengan kondisi basah dapat mengalir dengan cukup baik dikarenakan terdapat air yang mengisi pori-pori batu bata tersebut. Air yang berada pada pori-pori batu bata kuno tersebut memiliki peran dalam teralirnya arus listrik. Konsep dasar perpindahan aliran listrik ini yaitu, listrik dapat teralirkan karena fluida (dalam hal ini adalah air) memiliki sifat resistivitas yang kecil sehingga ketika fluida yang mengisi pori-pori batuan bata kuno tersebut berjumlah sangat banyak akan membantu listrik mengalir pada batu bata kuno.

Nilai resistivitas yang digunakan dalam pendugaan sebaran batu bata kuno pada hasil inversi di setiap lintasannya adalah nilai resistivitas batu bata kuno dalam kondisi basah yaitu berkisar $\pm 200 \Omega.m$.

4.2 Analisa Data

Berikut ini hasil model kontur resistivitas inversi pengolahan data menggunakan Res2dinv berdasarkan pengukuran lapangan pada Lokasi Situs Sendang Agung, Desa Urangagung, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo.

Data Sampel resistivitas yang digunakan adalah data nilai resistivitas batu bata kuno dari Situs Sendang Agung dengan perlakuan basah,

4.2.1 Lintasan 1

Lintasan 1 berada pada deretan 3 lintasan sebelah barat, lintasan ini berlokasi paling ujung kiri di deretan lintasan sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S $07^{\circ}26.418'$; E $112^{\circ}40.099'$ sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S $07^{\circ}26.471'$; E $112^{\circ}40.091'$.

Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 3,8 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar $0,1 \Omega.m$ sampai $10.000 \Omega.m$. Anomali berada di jarak 22 sampai meter ke 28, tampak terlihat anomali hingga kedalaman 3 meter ditunjukkan dengan warna merah keunguan. Anomali lainnya juga terlihat

ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.1).

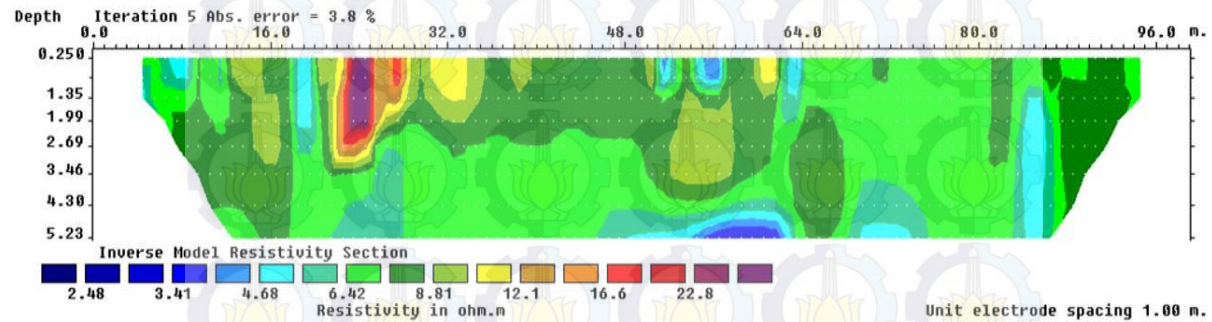
4.2.2 Lintasan 2

Lintasan 2 berada pada deretan 3 lintasan sebelah barat, lintasan ini berlokasi di tengah di deretan lintasan sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S $07^{\circ}26.417'$; E $112^{\circ}40.101'$ sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S $07^{\circ}26.471'$; E $112^{\circ}40.094'$.

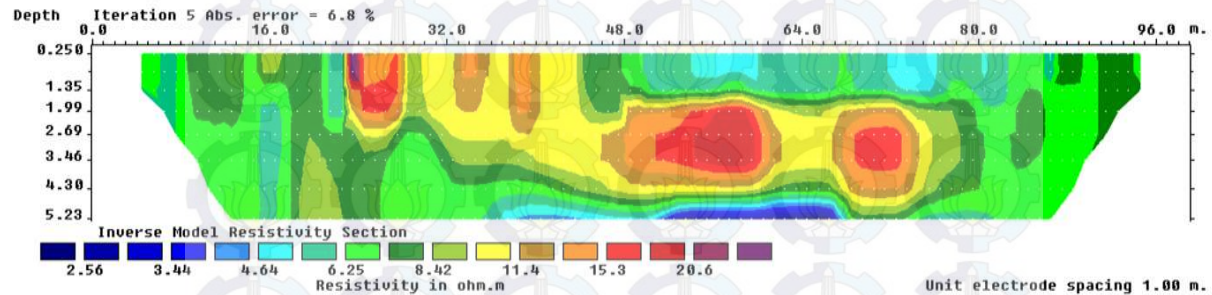
Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 6,8 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar $0,1 \Omega.m$ sampai $10.000 \Omega.m$. Anomali berada di jarak 23 sampai meter ke 28 tampak terlihat anomali hingga kedalaman 2,5 meter ditunjukkan dengan warna merah dan sedikit keunguan. Anomali berikutnya tampak menyambung seperti satu bagian pada jarak 30 sampai meter ke 77 ditunjukkan dengan warna merah pada kedalaman 2 sampai 4,5 meter. Anomali lainnya juga terlihat ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.2).

4.2.3 Lintasan 3

Lintasan 3 berada pada deretan 3 lintasan sebelah barat, lintasan ini berlokasi di ujung kanan di deretan lintasan sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S $07^{\circ}26.419'$; E $112^{\circ}40.104'$ sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S $07^{\circ}26.473'$; E $112^{\circ}40.096'$.



Gambar 4.1 Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 1



Gambar 4.2 Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 2

Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 7,9 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar 0,1 Ω .m sampai 10.000 Ω .m. Anomali berada di jarak 40 sampai meter ke 56 tampak terlihat anomali hingga kedalaman 3,46 meter ditunjukkan dengan warna merah. Bentuk anomali terlihat kecil di sekitar jarak 90 meter dengan kedalaman 2 hingga 3,5 meter ditunjukkan dengan warna merah. Anomali lainnya juga terlihat ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.3).

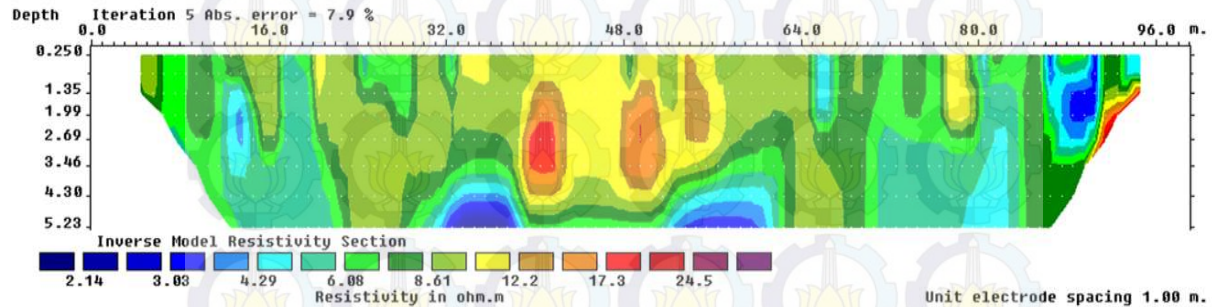
4.2.4 Lintasan 4

Lintasan 4 berada pada deretan 3 lintasan sebelah timur, lintasan ini berlokasi di ujung kiri di deretan lintasan sebelah timur dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S 07°26.420'; E 112°40.112' sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S 07°26.474'; E 112°40.104'.

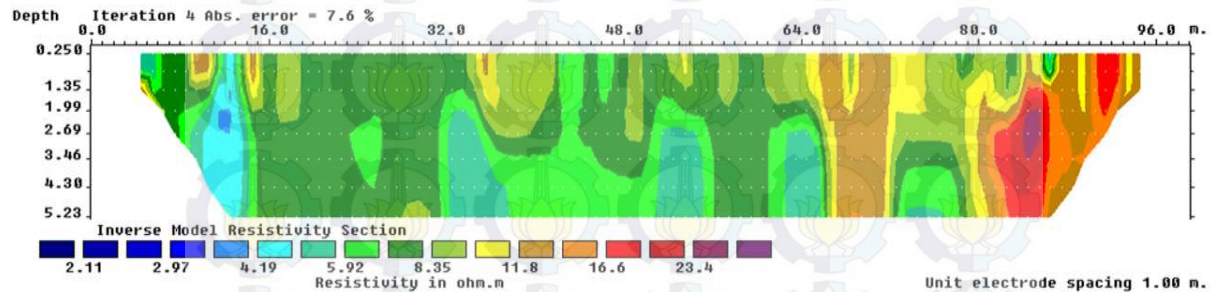
Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 7,6 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar 0,1 Ω .m sampai 10.000 Ω .m. Anomali berada di jarak 35 meter tampak terlihat anomali hingga kedalaman 3 meter ditunjukkan dengan warna coklat. Anomali berikutnya tampak pada jarak 66 sampai meter ke 77 ditunjukkan dengan warna coklat hingga kedalaman 5,23 meter. Pada kedalaman serupa terlihat pada jarak 81 sampai meter ke 96 dengan warna merah keunguan. Anomali lainnya juga terlihat ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.4).

4.2.5 Lintasan 5

Lintasan 5 berada pada deretan 3 lintasan sebelah timur, lintasan ini berlokasi di tengah di deretan lintasan sebelah timur dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S 07°26.420'; E 112°40.114' sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S 07°26.474'; E 112°40.106'.



Gambar 4.3 Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 3



Gambar 4.4 Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 4

Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 4,6 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar 0,1 Ω .m sampai 10.000 Ω .m. Anomali pada jarak 24 sampai meter ke 27 memiliki warna merah coklat kekuningan yang berada pada kedalaman 2,5 hingga 5,23 meter. Anomali lain berada di jarak 24 sampai meter ke 53 tampak terlihat anomali hingga kedalaman 2,5 bahkan 5 meter ditunjukkan dengan warna coklat dan merah keunguan. Anomali berikutnya tampak pada jarak 65 sampai meter ke 93 ditunjukkan dengan warna merah. Anomali terbesar yang pernah terukur berada pada lintasan ini dengan indikator warna merah keunguan yang tersebar dari kedalaman 0,25 hingga pada kedalaman 5,23 meter dibawah permukaan tanah. Anomali pada jarak 24 sampai meter ke 27 memiliki warna merah coklat kekuningan yang berada pada kedalaman 2,5 hingga 5,23 meter. Anomali lainnya juga terlihat ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.5).

4.2.6 Lintasan 6

Lintasan 6 berada pada deretan 3 lintasan sebelah timur, lintasan ini berlokasi di ujung kanan di deretan lintasan sebelah timur dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S 07°26.421'; E 112°40.116' sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S 07°26.475'; E 112°40.109'.

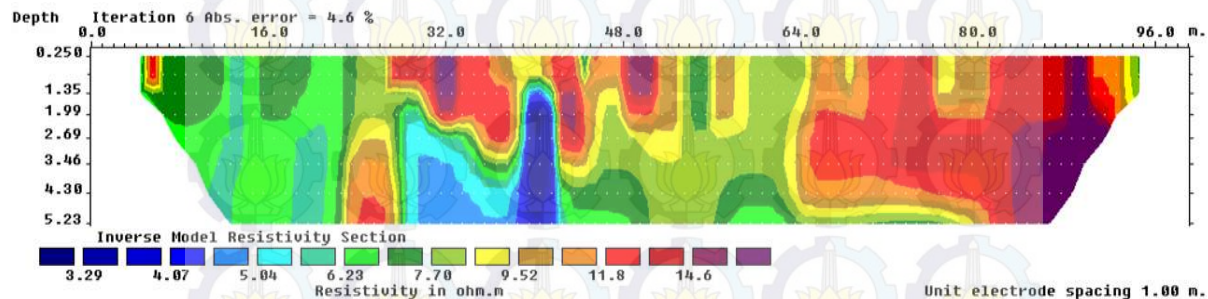
Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 6,1 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar 0,1 Ω .m sampai 10.000 Ω .m. Anomali berada di jarak 20 sampai meter ke 25 tampak terlihat pada kedalaman 4 hingga 5,23 meter ditunjukkan dengan warna merah kecoklatan. Anomali berikutnya tampak berbentuk seperti deretan di permukaan pada jarak 24 sampai meter ke 37 ditunjukkan dengan warna merah hingga kedalaman 2 meter. Anomali banyak tersebar pada jarak 64 sampai meter ke 93 pada kedalaman 2 hingga 5,23 meter ditunjukkan dengan warna merah ungu kecoklatan. Anomali pada lintasan 6 ini memiliki corak

yang hampir serupa dengan anomali yang berada pada lintasan 5 khususnya pada jarak 77 sampai meter ke 94 dengan indikator warna ungu, anomali lain berwarna coklat kekuningan juga terdeteksi disekitarnya. Persebaran anomali pada daerah 64 sampai meter ke 94 merupakan anomali yang diduga kuat merupakan persebaran batuan bata kuno penyusun Situs Sendang Agung. Anomali lainnya juga terlihat ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.6).

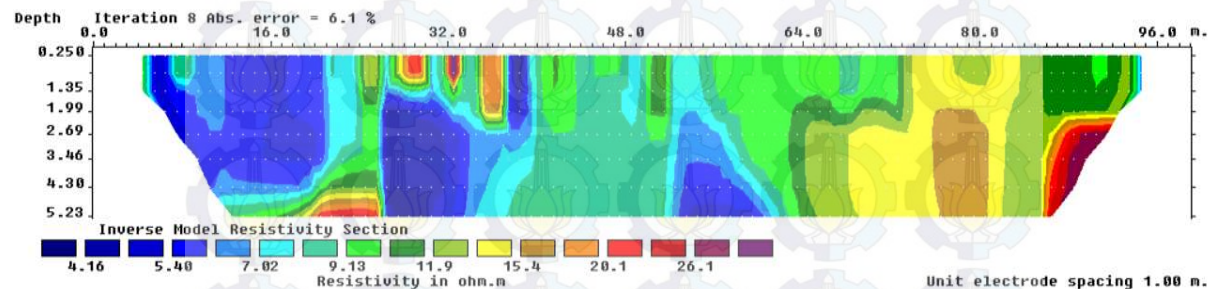
4.2.7 Lintasan 7

Lintasan 7 dibuat berbeda dengan memotong lintasan 1, lintasan 2, lintasan 3, lintasan 4, lintasan 5 dan lintasan 6. Lintasan 7 ini berlokasi di sebelah timur sampai sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S $07^{\circ}26.426'$; E $112^{\circ}40.136'$ sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S $07^{\circ}26.420'$; E $112^{\circ}40.083'$.

Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 5,4 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar 0,1 $\Omega.m$ sampai 10.000 $\Omega.m$. Anomali berada di jarak 14 sampai meter ke 19 tampak terlihat hingga kedalaman 5,23 meter ditunjukkan dengan warna merah keunguan. Anomali berikutnya tampak pada jarak 41 meter ditunjukkan dengan warna merah dari kedalaman 1,5 hingga 5,23 meter. Anomali juga terlihat pada jarak 61 sampai meter ke 72 ditunjukkan dengan warna merah dan sedikit ungu dari permukaan kedalaman sampai 5,23 meter. Anomali lain juga terlihat pada jarak 76 sampai meter ke 83 hingga kedalaman 1,5 meter ditunjukkan dengan warna merah. Bentuk anomali terlihat kecil pada akhir titik pengukuran disekitar jarak 92 meter pada kedalaman 1 hingga 5,23 meter ditunjukkan dengan warna merah. Anomali lainnya juga terlihat ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.7).



Gambar 4.5 Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 5



Gambar 4.6 Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 6

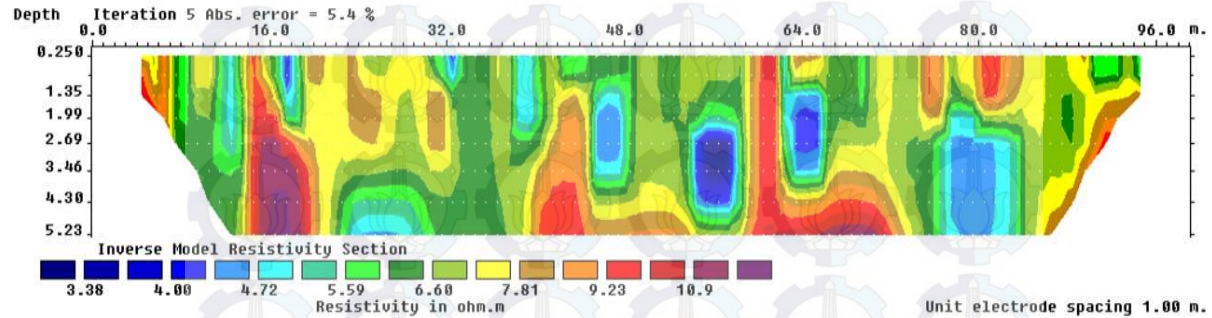
4.2.8 Lintasan 8

Lintasan 8 dibuat berbeda dengan memotong lintasan 1, lintasan 2, lintasan 3, lintasan 4, lintasan 5 dan lintasan 6. Lintasan 7 ini berlokasi di sebelah timur sampai sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Lintasan 8 ini berlokasi di sebelah timur sampai sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S $07^{\circ}26.434'$; E $112^{\circ}40.134'$ sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S $07^{\circ}26.429'$; E $112^{\circ}40.079'$.

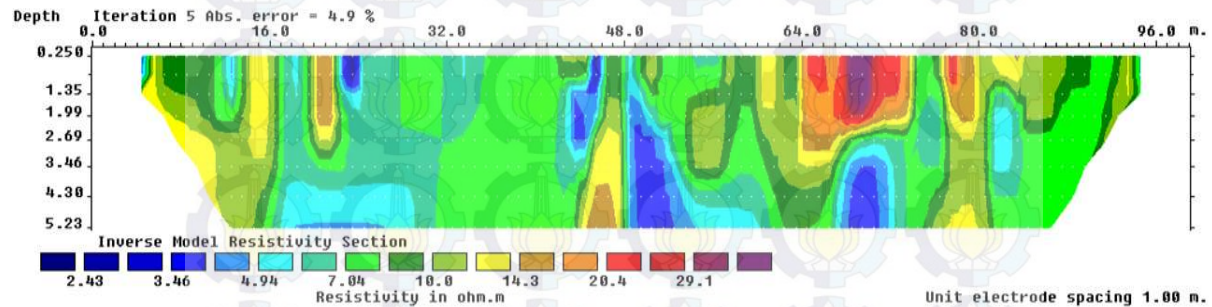
Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 4,9 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar 0,1 Ω .m sampai 10.000 Ω .m. Anomali yang terjadi terekam pada jarak 46 meter dengan kedalaman 3,46 sampai 5,23 meter dengan indikator warna coklat kekuningan. Anomali terbesar berada di jarak 64 sampai meter ke 74 tampak terlihat hingga kedalaman 2 meter ditunjukkan dengan warna merah keunguan. Anomali berikutnya tampak pada jarak 77 meter ditunjukkan dengan warna merah hingga kedalaman 1,35 meter. Anomali lainnya juga terlihat ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.8).

4.2.9 Lintasan 9

Lintasan 9 dibuat berbeda dengan memotong lintasan 1, lintasan 2, lintasan 3, lintasan 4, lintasan 5 dan lintasan 6. Lintasan 7 ini berlokasi di sebelah timur sampai sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Lintasan 9 ini berlokasi di sebelah timur sampai sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S $07^{\circ}26.434'$; E $112^{\circ}40.134'$ sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S $07^{\circ}26.429'$; E $112^{\circ}40.079'$.



Gambar 4.7 Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 7



Gambar 4.8 Model Kontur Resistivitas Inversi Lintasan 8

Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 4,9 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar 0,1 Ω .m sampai 10.000 Ω .m. Anomali terbesar berada di jarak 22 sampai meter ke 29 tampak terlihat dari pada kedalaman 2 hingga 5,23 meter ditunjukkan dengan warna merah keunguan. Anomali berikutnya tampak pada jarak 64 sampai meter ke 66 dan jarak 92 meter ditunjukkan dengan warna merah hingga kedalaman 1 meter. Anomali lainnya juga terlihat ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.9).

4.2.10 Lintasan 10

Lintasan 10 dibuat berbeda dengan memotong lintasan 1, lintasan 2, lintasan 3, lintasan 4, lintasan 5 dan lintasan 6. Lintasan 7 ini berlokasi di sebelah timur sampai sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Lintasan 10 ini berlokasi di sebelah timur sampai sebelah barat dari Situs Sendang Agung. Titik awal pengukuran pada lintasan ini terletak di koordinat S 07°26.464'; E 112°40.132' sedangkan titik akhir pengukuran berada pada koordinat S 07°26.459'; E 112°40.079'.

Pada proses pengolahan Res2dinv dengan error 6,1 % memiliki rentang nilai resistivitas sebesar 0,1 Ω .m sampai 10.000 Ω .m. Anomali terbesar berada di jarak 13 sampai meter ke 55 tampak terlihat dari pada kedalaman 2 hingga 5,23 meter ditunjukkan dengan warna merah keunguan. Anomali berikutnya tampak pada jarak meter ke 60 dan jarak 92 meter ditunjukkan dengan warna coklat hingga kedalaman 1 meter. Anomali lainnya juga terlihat ditunjukkan dengan warna coklat dan sedikit kekuningan, berikut bentuk kontur resistivitas model inversi (Gambar 4.10).

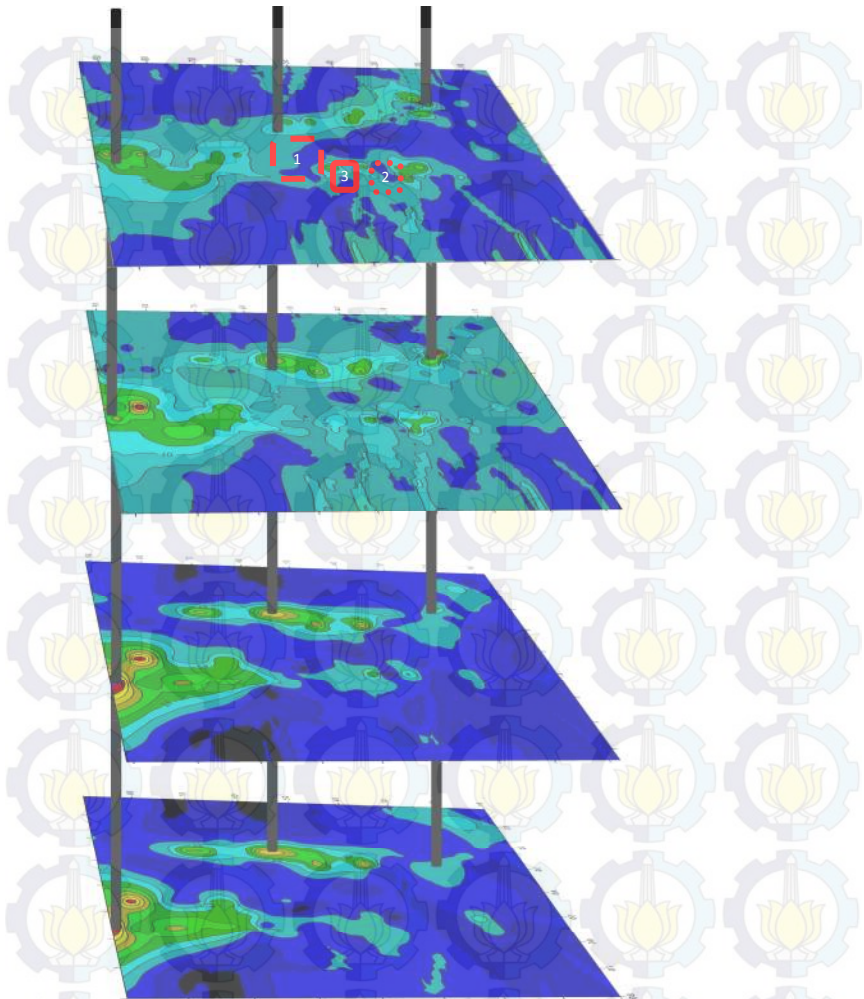
4.3 Interpretasi Hasil

Hasil penemuan Situs Sendang Agung diketahui bahwa batuan penyusun daerah lokasi tersebut adalah batu bata kuno yang berukuran cukup besar. Penemuan ini memiliki pola dua garis tumpukan batu bata yang lurus dengan air yang mengisi sela-sela di antara kedua tumpukan tersebut. Lokasi penemuan Situs Sendang Agung ini berada di tengah sawah yang memiliki lahan yang cukup luas. Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah metode resistivitas yang mana merupakan salah satu metode geofisika yang tidak menimbulkan kerusakan pada setiap kali pengukurannya. Metode resistivitas merupakan salah satu metode utama yang mampu digunakan dalam eksplorasi bidang arkeologi (Reynolds, 1997).

Pada penelitian tugas akhir ini digunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger dengan maksud untuk menjangkau lahan Situs Sendang Agung ini dengan maksimal dalam horisontal maupun vertikal. Konfigurasi ini merupakan gabungan dari konfigurasi Wenner dan konfigurasi Schlumberger, perpindahan elektroda menggunakan sistem seperti konfigurasi Wenner sedangkan untuk perubahan jarak spasi yang digunakan dalam konfigurasi ini mengacu pada konfigurasi Schlumberger.

Situs Sendang Agung memiliki batu penyusun berupa batu bata kuno sedangkan kondisi pada lokasi penelitian adalah sawah yang bertekstur tanah liat atau lempung. Resistivitas antara batu bata kuno dan tanah liat sekitar memiliki nilai yang signifikan sehingga perbedaan akan terlihat signifikan pula ketika proses pengolahan data. Berdasarkan Tabel 4.1, nilai resistivitas batu bata kuno dalam kondisi basah adalah $\pm 200 \Omega.m$, sedangkan berdasarkan Tabel 2.1, nilai resistivitas tanah liat atau lempung adalah $1 \Omega.m - 100 \Omega.m$.

Bentuk kontur berdasarkan hasil anomali yang terdeteksi menggunakan metode resistivitas, diketahui bahwa Situs Sendang Agung memiliki persebaran bangunan yang luas dan tersebar di daerah lokasi penelitian. Berikut hasil interpretasi resistivitas berdasarkan kedalaman sesuai dengan Gambar 4.11,



Gambar 4.11 Interpretasi *Plotting* Persebaran Batuan Candi Berdasarkan Kedalaman (1) Penemuan Situs Utama (Tumpukan) (2) Penemuan Situs Kedua (Sumur) (3) Penemuan Situs Ketiga

Dari proses ini *plotting* sesuai kedalaman didapatkan anomali resistivitas pada lintasan 8 yang beririsan dengan lintasan 1 dan 2 dengan nilai $> 200 \Omega.m$ pada dengan kedalaman 2 meter. Selain itu, anomali juga terdeteksi pada lintasan 10 yang beririsan dengan lintasan 4, 5 dan 6 pada kedalaman. 2,5 meter hingga 5 meter. Ini berkorelasi dengan nilai resistivitas sampel batu bata yang di uji laboratorium dalam kondisi basah ($\pm 200 \Omega.m$). Oleh karena itu, anomali ini diinterpretasikan sebagai sebaran batu bata kuno yang terpendam. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa sebaran batu bata pada situs ini berada di kedalaman hingga 3,8 meter pada daerah selatan dan barat situs utama, sedangkan pada daerah utara dan timur situs utama terdapat sebaran batu bata kuno di kedalaman 1,6 hingga 2,3 meter.



Gambar 4.12 Kedalaman Dimensi Batuan Penyusun Situs Sendang Agung Pada Situs Utama (Situs Pertama)



Gambar 4.13 Penemuan Pertama Berupa Tumpukan Batu Bata Kuno Lokasi Situs Sendang Agung

Penemuan situs yang berada di Desa Urangagung, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo ini merupakan ekskavasi secara swadaya yang dilakukan oleh masyarakat setempat. Pada proses ekskavasi swadaya ini, dilakukan penggalian sekitar kedalaman 1 hingga 1,5 meter dari permukaan tanah. Penemuan pertama pada Situs Sendang Agung ini berupa 2 tumpukan batu dengan tinggi 1 meter. Di antara kedua tumpukan tersebut terdapat air yang menggenang setinggi 60 cm.

Pendugaan kuat bahwa penyusun Situs Sendang Agung ini adalah batuan bata kuno, hal ini dibuktikan dengan penemuan yang kedua pada tanggal 28 Desember 2015 berupa sumur kuno di sebelah utara situs pertama dengan jarak 15 meter bangunan sumur ini memiliki tersusun dari batu bata kuno. Pada penemuan kedua yang berupa sumur ini juga terdapat air yang berada pada sumur. Kedalaman sumur disetelah digali oleh masyarakat sekitar berkisar 4,5 meter dari mulut sumur.

Penemuan ketiga juga ditemukan bangunan candi dengan penyusun batu bata kuno yang terletak di sebelah utara berjarak 3 meter dari situs pertama pada tanggal 18 Januari 2016. Berikut dokumentasi penemuan kedua (Gambar 4.14) serta penemuan

ketiga (Gambar 4.15) yang ada di sekitar Situs Sendang Agung Desa Urangagung, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo.



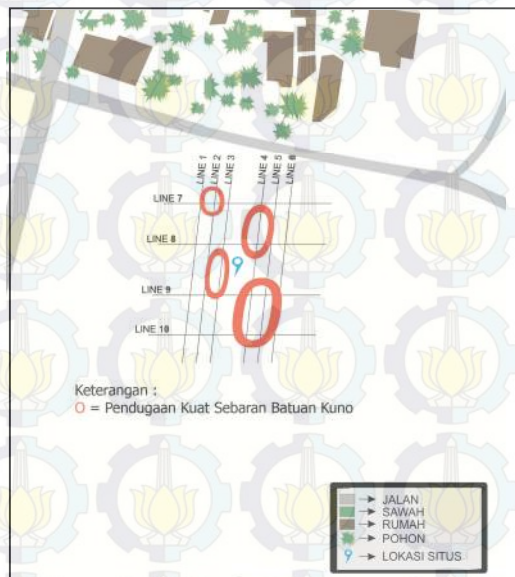
Gambar 4.14 Penemuan Kedua Berupa Sumur Kuno dengan Susunan Batu Bata Kuno di Sebelah Utara Berjarak 15 Meter dari Penemuan Pertama



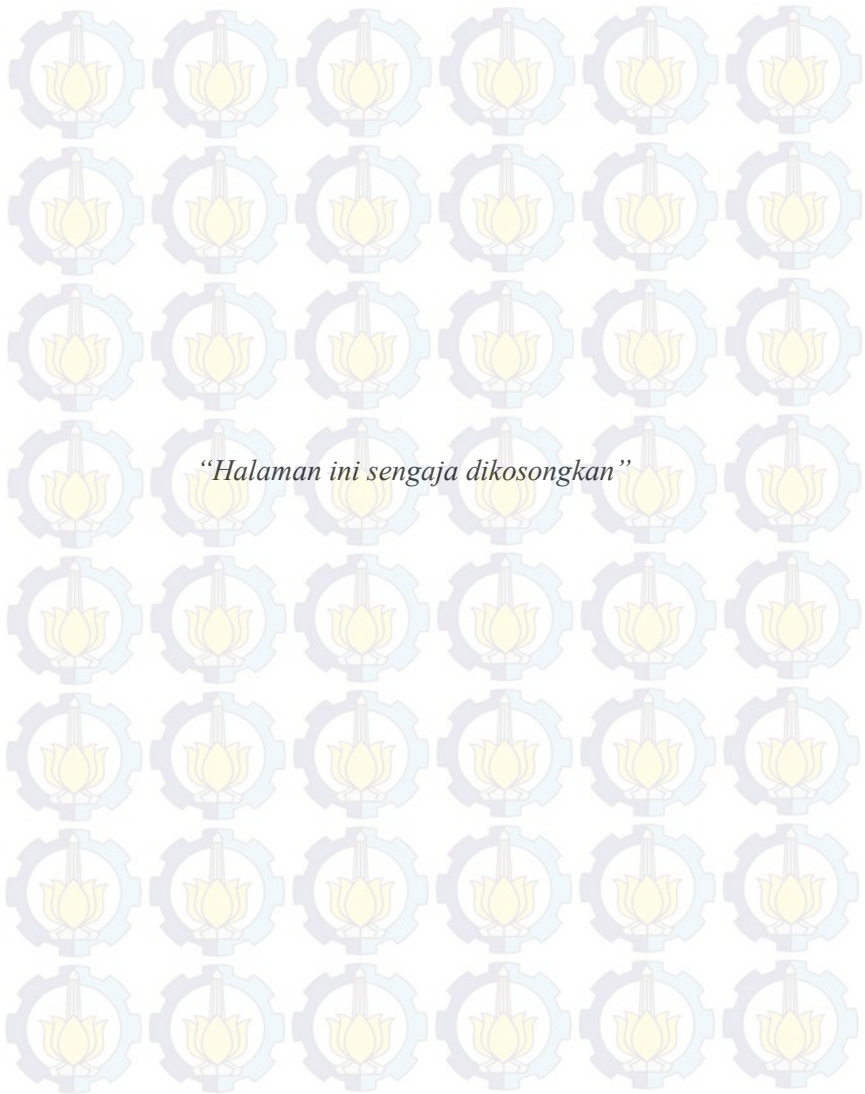
Gambar 4.15 Penemuan Ketiga Berupa Susunan Batu Bata Kuno di Sebelah Utara Berjarak 3 Meter dari Penemuan Pertama

Ekskavasi swadaya yang pertama menghasilkan penemuan berupa Situs Sendang Agung.

Menurut Tim Balai Pelestarian Cagar Budaya, penyusun sebuah peninggalan purbakala dalam berupa batu bata merupakan peninggalan dari Kerajaan Mojopahit, karena sebagian besar bangunan peninggalan purbakala pada masa Kerajaan Mojopahit ini menggunakan batu bata dalam pembuatannya. Berikut pendugaan kuat sebaran batu bata penyusun Situs Sendang Agung berdasarkan penelitian (Gambar 4.16).



Gambar 4.16 Pendugaan Kuat Persebaran Batu Bata Kuno Pada Sekitar Situs Utama



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data dan interpretasi hasil, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagaimana berikut :

1. Nilai resistivitas batu bata kuno dalam kondisi basah $\pm 200 \Omega.m$. Sedang dalam kondisi kering nilai resistivitasnya berkisar $500 \Omega.m - 700 \Omega.m$.
2. Batu bata kuno berada di kedalaman 1,6 meter – 3,8 meter pada daerah selatan dan barat dari pusat situs utama, sedangkan pada daerah utara dan timur terdapat pada kedalaman 1,6 meter – 2,3 meter.

5.2 Saran

Penelitian yang dilakukan masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis merekomendasikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya sebagaimana berikut:

1. Untuk penelitian serupa yang menggunakan metode geolistrik, perlu dilakukan akuisisi data yang lebih rapat antar lintasannya agar data antar lintasan yang diperoleh dapat dikorelasikan secara masif.
2. Untuk mendapatkan hasil pemetaan sebaran batuan penyusun Situs Sendang Agung yang lebih objektif, perlu digunakan penelitian dengan metode geofisika yang lain sebagai pembanding.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Baskoro, DT. (2007), "*Candi Losari: Sebuah Candi di Kawasan Borobudur*", Yogyakarta.

Drahor, Mahmut G., (2006), "*Integrated geophysical studies in the upper part of Sardis archaeological site, Turkey. Journal Of Applied Geophysics*, vol.59, issue:3, July 2006, Pages 205-223"

Grandis, H., 2006, Diktat Kuliah Geo-Elektromagnet, Departemen Geofisika, FIKTM, Institut Teknologi Bandung, Bandung

Grandis, H., 2009, Pengantar Permodelan Inversi Geofisika, FIKTM, Institut Teknologi Bandung, Bandung

Johansson, S., Dahlin, T., (1996), "Seepage monitoring in an earth embankment dam by repeated resistivity measurements. *European Journal of Engineering and Environmental Geophysics 1*, vol. 3, pp. 229 – 247".

Johansson, S. (1997), "*Seepage monitoring in embankment dams*. Doctoral Thesis, TRITAAMIPHD 1014, Royal Institute of Technology, Stockholm".

Jayanti, (2012), "*Identifikasi Situs Candi Bukit Karang, Karanganyar Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipole-dipole*, Indonesian Journal Of Applied Physics 2012, vol.2".

Loke, M.H. (1996), *Tutorial : 2-D and 3-D electrical imaging*

surveys.

Loke, M.H. and Barker, R.D., (1996), *Rapid Least-Squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by A Quasi-Newton Method*, Geophysical Prospecting, 44, 131-152.

Matias, M. Senos dan F. Almeida (1992), "*A geophysical survey on the archaeological site of Mugardos (NW Iberian peninsula)*. *Journal Of Applied Geophysics*, vol.29, Pages 119-124"

Menke, William, (1989), "*Geophysics data analysis : discrete inverse theory*", (Academic Press. Inc), San Diego

Reynolds, J.M. (1997), "*Second Edition, An Introduction to applied and Environmental Geophysics*". *British Library, United Kingdom*

Sjödahl, P., Zhou, B., Dahlin, T., (2006), "*2.5D Resistivity Modeling of Embankment Dams to Assess Influence from Geometry and Material Properties*. *Geophysics* 71, pp. 107 – 114".

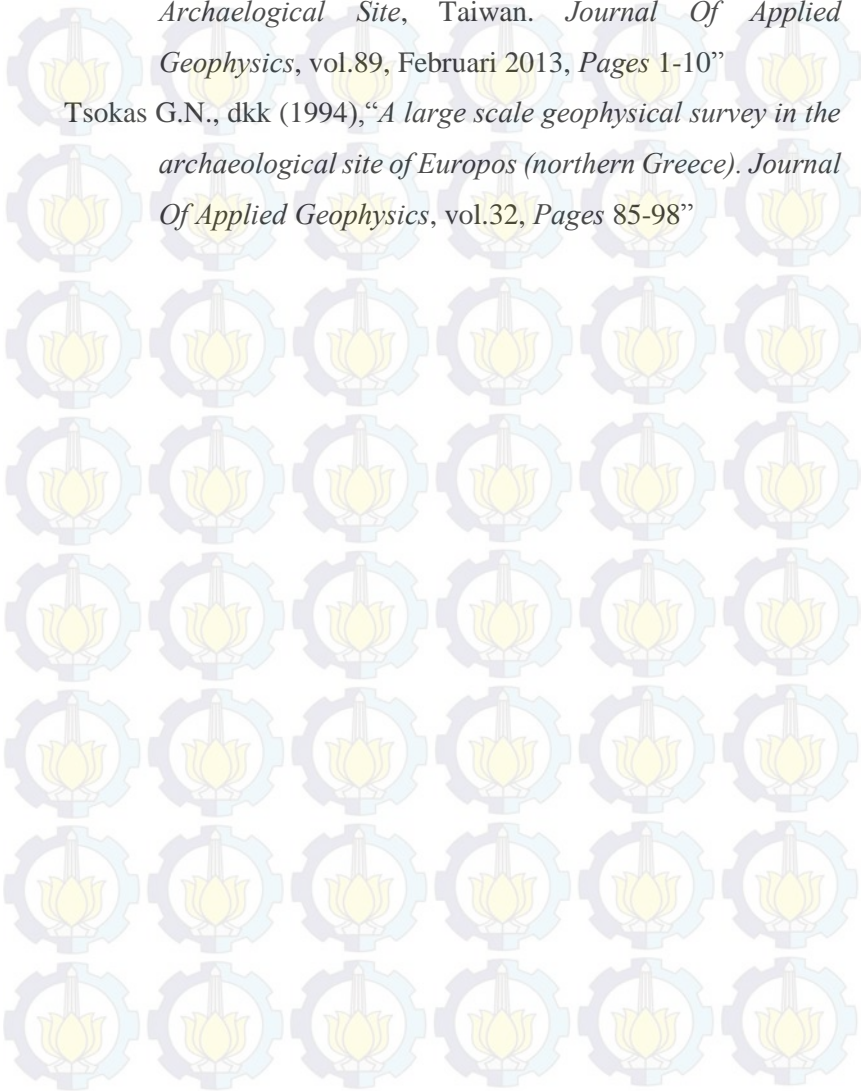
Soekmono, (1990), "*Candi, Fungsi dan Pengertiannya*. Semarang: IKIP Semarang Press.

Telford, W.M., Geldart, L.P., and Sheriff, R.E., (1990), "*Applied Geophysics*". Cambridge University Press, London.

Tim Pelestarian Cagar Budaya Mojokerto, (2014), *Proses Ekskavasi Tahap II Candi Slumpang*, BPCP, Mojokerto.

Tong, Lun-Tao., dkk (2013), “*Geophysical study of the Peinan Archaeological Site, Taiwan. Journal Of Applied Geophysics*, vol.89, Februari 2013, Pages 1-10”

Tsokas G.N., dkk (1994), “*A large scale geophysical survey in the archaeological site of Europos (northern Greece). Journal Of Applied Geophysics*, vol.32, Pages 85-98”





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1 Administrasi Perizinan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN BALAI PELESTARIAN CAGAR BUDAYA MOJOKERTO WILAYAH KERJA PROPINSI JAWA TIMUR

Jalan Majapahit No. 141 – 143 Trowulan, Kabupaten Mojokerto 61362
Telepon : (0321) 495515, Faksimil : (0321) 495515
Laman : purbakala.jatim@yahoo.com

SURAT IJIN PEMANFAATAN SITUS CAGAR BUDAYA **Nomor : 2142/CB7/KM/2015**

Kepala Balai Pelestarian Cagar Budaya Mojokerto Wilayah Kerja Propinsi Jawa Timur
memberi ijin kepada :

Nama Mahasiswa : SOS Edwin Vidiyoga, NRP. 1111 100 044
Asal : Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Fisika
Memanfaatkan : Desa Urangagung Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo
Keperluan : Ijin penelitian dengan judul "Investigasi Sebaran Batuan Situs Purbakala dengan Aplikasi Metode Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger"
Waktu : Desember 2015

Dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Dalam kegiatan penelitian tersebut sekiranya dapat menyebabkan kerusakan terhadap situs maupun benda cagar budaya terlebih dahulu dikoordinasikan dengan Balai Pelestarian Cagar Budaya Mojokerto
2. Ikut menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan situs dan cagar budaya.
3. Kegiatan dilaksanakan pada pagi/siang hari/jam kerja kantor.
4. Selama Kegiatan didampingi oleh petugas dari Balai Pelestarian Cagar Budaya Mojokerto.
5. **Wajib menyerahkan 1 Eksemplar hasil penelitian/skripsi yang dilaksanakan**

Apabila di dalam pelaksanaan kegiatan yang Saudara lakukan ternyata terdapat penyimpangan dari persyaratan di atas, maka akan diberi sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian surat ijin ini diberikan agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mojokerto, 2 Desember 2015

Ar. Kepala
Kasubbag. Tata Usaha

Danang Wahyu Utomo, S.S
NIP. 197106021999031001





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN FISIKA

Kampus ITS Sukolilo-Surabaya 60111
 Telp. 031-5943351, Fax. 031-5943351, PABX: 1210
<http://www.physics.its.ac.id>

SURAT KETERANGAN

Nomor : 09-0010 /IT2.1.1.1/TU.00.08/2015

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng.
 Nip : 19690904 199203 1 003
 Pangkat/Gol.Ruang : Pembina / IVa
 Jabatan : Ketua Jurusan Fisika FMIPA ITS

Menerangkan bahwa mahasiswa :

Nama : SOS Edwin Vidiyoga
 NRP : 1111 100 044

Adalah benar-benar mahasiswa Program Sarjana (S1) Jurusan Fisika FMIPA-ITS, mahasiswa tersebut aktif kuliah pada Semester Gasal 2015/2016 dan akan melaksanakan penelitian/pengambilan data di Desa Urangagung Kec. Sidoarjo, Kab. Sidoarjo pada bulan Desember 2015, (sesuai surat dari Balai Pelestarian Cagar Budaya Mojokerto Wilayah Kerja Propinsi Jawa Timur, No.2142/CB7/KM/2015 tanggal 2 Desember 2015)

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 3 Desember 2015.

Ketua Jurusan,

Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng.
 NIP. 19690904 199203 1 003

Lampiran 2

Data Sheet Wenner-Schlumberger

Lintasan 1

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (mili ohm)	R (ohm)	Resistivitas (ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	365,2	0,3652	6,880368	0,2
2	3	6	9	12	3	1	18,84	344,4	0,3444	6,488496	1,8
3	6	9	12	15	3	1	18,84	431,8	0,4318	8,135112	0,5
4	9	12	15	18	3	1	18,84	399,5	0,3995	7,52658	0,5
5	12	15	18	21	3	1	18,84	121,7	0,1217	2,292828	0,9
6	15	18	21	24	3	1	18,84	517,5	0,5175	9,7497	0,2
7	18	21	24	27	3	1	18,84	616	0,616	11,60544	0
8	21	24	27	30	3	1	18,84	582,7	0,5827	10,978068	0,1
9	24	27	30	33	3	1	18,84	581,6	0,5816	10,957344	0
10	27	30	33	36	3	1	18,84	482,8	0,4828	9,095952	0
11	30	33	36	39	3	1	18,84	450,5	0,4505	8,48742	0
12	33	36	39	42	3	1	18,84	454,7	0,4547	8,566548	0,2
13	36	39	42	45	3	1	18,84	414,1	0,4141	7,801644	0
14	39	42	45	48	3	1	18,84	424,5	0,4245	7,99758	0
15	42	45	48	51	3	1	18,84	389,1	0,3891	7,330644	0,1
16	45	48	51	54	3	1	18,84	408,9	0,4089	7,703676	0
17	48	51	54	57	3	1	18,84	387,1	0,3871	7,292964	0
18	51	54	57	60	3	1	18,84	407,9	0,4079	7,684836	0
19	54	57	60	63	3	1	18,84	397,5	0,3975	7,4889	0
20	57	60	63	66	3	1	18,84	377,7	0,3777	7,115868	0
21	60	63	66	69	3	1	18,84	350,6	0,3506	6,605304	1,1
22	63	66	69	72	3	1	18,84	357,9	0,3579	6,742836	0
23	66	69	72	75	3	1	18,84	383,9	0,3839	7,232676	0
24	69	72	75	78	3	1	18,84	366,2	0,3662	6,899208	0
25	72	75	78	81	3	1	18,84	372,5	0,3725	7,0179	0
26	75	78	81	84	3	1	18,84	368,3	0,3683	6,938772	0
27	78	81	84	87	3	1	18,84	369,4	0,3694	6,959496	0
28	81	84	87	90	3	1	18,84	380,8	0,3808	7,174272	0
29	84	87	90	93	3	1	18,84	360	0,36	6,7824	0
30	87	90	93	96	3	1	18,84	442,2	0,4422	8,331048	0
31	90	93	96	99	3	1	18,84	367,6	0,3676	6,925584	1
32	0	6	9	15	3	2	56,52	117,5	0,1175	6,6411	0
33	3	9	12	18	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	0,6
34	6	12	15	21	3	2	56,52	286,1	0,2861	16,170372	0,1

35	9	15	18	24	3	2	56,52	143,6	0,1436	8,116272	0,3
36	12	18	21	27	3	2	56,52	125,9	0,1259	7,115868	3
37	15	21	24	30	3	2	56,52	160,2	0,1602	9,054504	1,4
38	18	24	27	33	3	2	56,52	152,9	0,1529	8,641908	3
39	21	27	30	36	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	2
40	24	30	33	39	3	2	56,52	150,8	0,1508	8,523216	0
41	27	33	36	42	3	2	56,52	134,2	0,1342	7,584984	0
42	30	36	39	45	3	2	56,52	132,1	0,1321	7,466292	0,3
43	33	39	42	48	3	2	56,52	132,1	0,1321	7,466292	1,2
44	36	42	45	51	3	2	56,52	129	0,129	7,29108	0,6
45	39	45	48	54	3	2	56,52	127,9	0,1279	7,228908	0
46	42	48	51	57	3	2	56,52	127,9	0,1279	7,228908	0
47	45	51	54	60	3	2	56,52	127,9	0,1279	7,228908	0
48	48	54	57	63	3	2	56,52	123,8	0,1238	6,997176	0
49	51	57	60	66	3	2	56,52	123,8	0,1238	6,997176	0
50	54	60	63	69	3	2	56,52	121,7	0,1217	6,878484	0
51	57	63	66	72	3	2	56,52	117,5	0,1175	6,6411	0
52	60	66	69	75	3	2	56,52	123,8	0,1238	6,997176	0
53	63	69	72	78	3	2	56,52	118,6	0,1186	6,703272	0
54	66	72	75	81	3	2	56,52	122,7	0,1227	6,935004	0
55	69	75	78	84	3	2	56,52	115,5	0,1155	6,52806	0
56	72	78	81	87	3	2	56,52	116,5	0,1165	6,58458	0
57	75	81	84	90	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	0
58	78	84	87	93	3	2	56,52	122,7	0,1227	6,935004	0
59	81	87	90	96	3	2	56,52	118,6	0,1186	6,703272	0
60	84	90	93	99	3	2	56,52	139,4	0,1394	7,878888	0
61	0	9	12	21	3	3	113,04	63,26	0,06326	7,1509104	0,6
62	3	12	15	24	3	3	113,04	67,74	0,06774	7,6573296	0,7
63	6	15	18	27	3	3	113,04	63,58	0,06358	7,1870832	0,3
64	9	18	21	30	3	3	113,04	58,16	0,05816	6,5744064	0,4
65	12	21	24	33	3	3	113,04	79,91	0,07991	9,0330264	0,2
66	15	24	27	36	3	3	113,04	72,52	0,07252	8,1976608	0,2
67	18	27	30	39	3	3	113,04	60,87	0,06087	6,8807448	0,3
68	21	30	33	42	3	3	113,04	63,47	0,06347	7,1746488	0,3
69	24	33	36	45	3	3	113,04	71,38	0,07138	8,0687952	0,1
70	27	36	39	48	3	3	113,04	67,32	0,06732	7,6098528	0,7
71	30	39	42	51	3	3	113,04	62,33	0,06233	7,0457832	0,5
72	33	42	45	54	3	3	113,04	65,03	0,06503	7,3509912	0,3
73	36	45	48	57	3	3	113,04	64,41	0,06441	7,2809064	0,1
74	39	48	51	60	3	3	113,04	62,01	0,06201	7,0096104	0,5
75	42	51	54	63	3	3	113,04	62,01	0,06201	7,0096104	1
76	45	54	57	66	3	3	113,04	60,87	0,06087	6,8807448	1

77	48	57	60	69	3	3	113,04	60,56	0,06056	6,8457024	0,3
78	51	60	63	72	3	3	113,04	62,54	0,06254	7,0695216	0,8
79	54	63	66	75	3	3	113,04	59,83	0,05983	6,7631832	1
80	57	66	69	78	3	3	113,04	61,18	0,06118	6,9157872	2,3
81	60	69	72	81	3	3	113,04	60,66	0,06066	6,8570064	1,3
82	63	72	75	84	3	3	113,04	54,94	0,05494	6,2104176	0,9
83	66	75	78	87	3	3	113,04	60,35	0,06035	6,821964	0,5
84	69	78	81	90	3	3	113,04	58,68	0,05868	6,6331872	0,3
85	72	81	84	93	3	3	113,04	62,95	0,06295	7,115868	0,4
86	75	84	87	96	3	3	113,04	55,56	0,05556	6,2805024	0,9
87	78	87	90	99	3	3	113,04	64,72	0,06472	7,3159488	0,3
88	0	12	15	27	3	4	188,4	37,56	0,03756	7,076304	0,5
89	3	15	18	30	3	4	188,4	37,25	0,03725	7,0179	0,2
90	6	18	21	33	3	4	188,4	34,44	0,03444	6,488496	0,6
91	9	21	24	36	3	4	188,4	44,84	0,04484	8,447856	0
92	12	24	27	39	3	4	188,4	41,31	0,04131	7,782804	0
93	15	27	30	42	3	4	188,4	33,92	0,03392	6,390528	0,3
94	18	30	33	45	3	4	188,4	37,14	0,03714	6,997176	0,2
95	21	33	36	48	3	4	188,4	35,79	0,03579	6,742836	0,5
96	24	36	39	51	3	4	188,4	38,39	0,03839	7,232676	0,2
97	27	39	42	54	3	4	188,4	38,29	0,03829	7,213836	0,5
98	30	42	45	57	3	4	188,4	36,52	0,03652	6,880368	0,2
99	33	45	48	60	3	4	188,4	34,54	0,03454	6,507336	0
100	36	48	51	63	3	4	188,4	34,96	0,03496	6,586464	0
101	39	51	54	66	3	4	188,4	33,61	0,03361	6,332124	0,3
102	42	54	57	69	3	4	188,4	32,36	0,03236	6,096624	0,3
103	45	57	60	72	3	4	188,4	29,65	0,02965	5,58606	0
104	48	60	63	75	3	4	188,4	27,26	0,02726	5,135784	0
105	51	63	66	78	3	4	188,4	34,02	0,03402	6,409368	0
106	54	66	69	81	3	4	188,4	34,65	0,03465	6,52806	0
107	57	69	72	84	3	4	188,4	32,46	0,03246	6,115464	0,3
108	60	72	75	87	3	4	188,4	34,02	0,03402	6,409368	0
109	63	75	78	90	3	4	188,4	33,4	0,0334	6,29256	0
110	66	78	81	93	3	4	188,4	33,81	0,03381	6,369804	0,3
111	69	81	84	96	3	4	188,4	35,48	0,03548	6,684432	0,5
112	72	84	87	99	3	4	188,4	32,36	0,03236	6,096624	0,6

Lintasan 2

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (mili ohm)	R (Ohm)	Resistivitas (Ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	348,6	0,3486	6,567624	0,2

2	3	6	9	12	3	1	18,84	357,9	0,3579	6,742836	1
3	6	9	12	15	3	1	18,84	382,9	0,3829	7,213836	1,4
4	9	12	15	18	3	1	18,84	376,6	0,3766	7,095144	0,3
5	12	15	18	21	3	1	18,84	395,4	0,3954	7,449336	0
6	15	18	21	24	3	1	18,84	354,8	0,3548	6,684432	0
7	18	21	24	27	3	1	18,84	558,7	0,5587	10,525908	1
8	21	24	27	30	3	1	18,84	508,8	0,5088	9,585792	0
9	24	27	30	33	3	1	18,84	618,1	0,6181	11,645004	0
10	27	30	33	36	3	1	18,84	499,4	0,4994	9,408696	0
11	30	33	36	39	3	1	18,84	553,5	0,5535	10,42794	0,1
12	33	36	39	42	3	1	18,84	537,9	0,5379	10,134036	0
13	36	39	42	45	3	1	18,84	539	0,539	10,15476	0
14	39	42	45	48	3	1	18,84	499,4	0,4994	9,408696	0,2
15	42	45	48	51	3	1	18,84	451,6	0,4516	8,508144	0
16	45	48	51	54	3	1	18,84	364,2	0,3642	6,861528	0
17	48	51	54	57	3	1	18,84	441,2	0,4412	8,312208	0
18	51	54	57	60	3	1	18,84	407,9	0,4079	7,684836	0,3
19	54	57	60	63	3	1	18,84	373,5	0,3735	7,03674	0
20	57	60	63	66	3	1	18,84	398,5	0,3985	7,50774	0,9
21	60	63	66	69	3	1	18,84	374,6	0,3746	7,057464	0
22	63	66	69	72	3	1	18,84	390,2	0,3902	7,351368	0
23	66	69	72	75	3	1	18,84	367,3	0,3673	6,919932	0,1
24	69	72	75	78	3	1	18,84	365,2	0,3652	6,880368	0,1
25	72	75	78	81	3	1	18,84	364,2	0,3642	6,861528	0
26	75	78	81	84	3	1	18,84	349,6	0,3496	6,586464	0,3
27	78	81	84	87	3	1	18,84	376,6	0,3766	7,095144	0,2
28	81	84	87	90	3	1	18,84	335	0,335	6,3114	0
29	84	87	90	93	3	1	18,84	387,1	0,3871	7,292964	0
30	87	90	93	96	3	1	18,84	370,4	0,3704	6,978336	0
31	90	93	96	99	3	1	18,84	389,1	0,3891	7,330644	0
32	0	6	9	15	3	2	56,52	118,3	0,1183	6,686316	1,9
33	3	9	12	18	3	2	56,52	122,7	0,1227	6,935004	0
34	6	12	15	21	3	2	56,52	118,6	0,1186	6,703272	0,2
35	9	15	18	24	3	2	56,52	133,1	0,1331	7,522812	0,3
36	12	18	21	27	3	2	56,52	129	0,129	7,29108	0
37	15	21	24	30	3	2	56,52	148,5	0,1485	8,39322	0,1
38	18	24	27	33	3	2	56,52	156	0,156	8,81712	0,1
39	21	27	30	36	3	2	56,52	133,9	0,1339	7,568028	0,5
40	24	30	33	39	3	2	56,52	151,9	0,1519	8,585388	0,2
41	27	33	36	42	3	2	56,52	162,3	0,1623	9,173196	0
42	30	36	39	45	3	2	56,52	147,7	0,1477	8,348004	0,2
43	33	39	42	48	3	2	56,52	152,9	0,1529	8,641908	0

44	36	42	45	51	3	2	56,52	148,8	0,1488	8,410176	0
45	39	45	48	54	3	2	56,52	229,5	0,2295	12,97134	0
46	42	48	51	57	3	2	56,52	235,1	0,2351	13,287852	0
47	45	51	54	60	3	2	56,52	225,8	0,2258	12,762216	0
48	48	54	57	63	3	2	56,52	225,8	0,2258	12,762216	0
49	51	57	60	66	3	2	56,52	215,4	0,2154	12,174408	0
50	54	60	63	69	3	2	56,52	229,9	0,2299	12,993948	0
51	57	63	66	72	3	2	56,52	211,2	0,2112	11,937024	0
52	60	66	69	75	3	2	56,52	209,1	0,2091	11,818332	0
53	63	69	72	78	3	2	56,52	207	0,207	11,69964	0
54	66	72	75	81	3	2	56,52	207	0,207	11,69964	0
55	69	75	78	84	3	2	56,52	210,2	0,2102	11,880504	0
56	72	78	81	87	3	2	56,52	211,2	0,2112	11,937024	0,4
57	75	81	84	90	3	2	56,52	121,7	0,1217	6,878484	0
58	78	84	87	93	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	0,2
59	81	87	90	96	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	0,1
60	84	90	93	99	3	2	56,52	131,1	0,1311	7,409772	2
61	0	9	12	21	3	3	113,04	65,76	0,06576	7,4335104	0,1
62	3	12	15	24	3	3	113,04	63,06	0,06306	7,1283024	0,1
63	6	15	18	27	3	3	113,04	64,1	0,0641	7,245864	0,9
64	9	18	21	30	3	3	113,04	62,01	0,06201	7,0096104	1,1
65	12	21	24	33	3	3	113,04	71,07	0,07107	8,0337528	0,4
66	15	24	27	36	3	3	113,04	73,67	0,07367	8,3276568	0,1
67	18	27	30	39	3	3	113,04	62,64	0,06264	7,0808256	0,1
68	21	30	33	42	3	3	113,04	61,6	0,0616	6,963264	0
69	24	33	36	45	3	3	113,04	72	0,072	8,13888	0
70	27	36	39	48	3	3	113,04	69,3	0,0693	7,833672	0
71	30	39	42	51	3	3	113,04	69,19	0,06919	7,8212376	0,1
72	33	42	45	54	3	3	113,04	66,59	0,06659	7,5273336	0,1
73	36	45	48	57	3	3	113,04	66,07	0,06607	7,4685528	0,1
74	39	48	51	60	3	3	113,04	63,26	0,06326	7,1509104	0,1
75	42	51	54	63	3	3	113,04	63,99	0,06399	7,2334296	0,3
76	45	54	57	66	3	3	113,04	63,47	0,06347	7,1746488	0,4
77	48	57	60	69	3	3	113,04	62,22	0,06222	7,0333488	0
78	51	60	63	72	3	3	113,04	62,22	0,06222	7,0333488	0
79	54	63	66	75	3	3	113,04	62,43	0,06243	7,0570872	0,1
80	57	66	69	78	3	3	113,04	62,33	0,06233	7,0457832	0
81	60	69	72	81	3	3	113,04	61,81	0,06181	6,9870024	0
82	63	72	75	84	3	3	113,04	60,66	0,06066	6,8570064	0
83	66	75	78	87	3	3	113,04	60,04	0,06004	6,7869216	0
84	69	78	81	90	3	3	113,04	61,49	0,06149	6,9508296	0
85	72	81	84	93	3	3	113,04	62,22	0,06222	7,0333488	0

86	75	84	87	96	3	3	113,04	61,6	0,0616	6,963264	0
87	78	87	90	99	3	3	113,04	65,86	0,06586	7,4448144	0
88	0	12	15	27	3	4	188,4	35,9	0,0359	6,76356	0,7
89	3	15	18	30	3	4	188,4	35,66	0,03566	6,718344	2,9
90	6	18	21	33	3	4	188,4	37,56	0,03756	7,076304	0
91	9	21	24	36	3	4	188,4	41,72	0,04172	7,860048	0,2
92	12	24	27	39	3	4	188,4	41,14	0,04114	7,750776	0,4
93	15	27	30	42	3	4	188,4	34,75	0,03475	6,5469	0,2
94	18	30	33	45	3	4	188,4	33,09	0,03309	6,234156	0
95	21	33	36	48	3	4	188,4	38,19	0,03819	7,194996	0,2
96	24	36	39	51	3	4	188,4	37,14	0,03714	6,997176	1,1
97	27	39	42	54	3	4	188,4	39,23	0,03923	7,390932	0
98	30	42	45	57	3	4	188,4	36,83	0,03683	6,938772	0,2
99	33	45	48	60	3	4	188,4	34,96	0,03496	6,586464	1,7
100	36	48	51	63	3	4	188,4	35,38	0,03538	6,665592	1,7
101	39	51	54	66	3	4	188,4	34,86	0,03486	6,567624	0,2
102	42	54	57	69	3	4	188,4	30,48	0,03048	5,742432	3
103	45	57	60	72	3	4	188,4	37,77	0,03777	7,115868	0
104	48	60	63	75	3	4	188,4	36,83	0,03683	6,938772	2,2
105	51	63	66	78	3	4	188,4	34,33	0,03433	6,467772	1,2
106	54	66	69	81	3	4	188,4	40,99	0,04099	7,722516	0,5
107	57	69	72	84	3	4	188,4	41,1	0,0411	7,74324	0,5
108	60	72	75	87	3	4	188,4	34,44	0,03444	6,488496	0,3
109	63	75	78	90	3	4	188,4	35,17	0,03517	6,626028	0,2
110	66	78	81	93	3	4	188,4	34,23	0,03423	6,448932	0,3
111	69	81	84	96	3	4	188,4	36,42	0,03642	6,861528	0
112	72	84	87	99	3	4	188,4	35,06	0,03506	6,605304	0,1

Lintasan 3

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (mili ohm)	R (Ohm)	Resistivitas (Ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	403,7	0,4037	7,605708	2,2
2	3	6	9	12	3	1	18,84	357,9	0,3579	6,742836	2,3
3	6	9	12	15	3	1	18,84	367,3	0,3673	6,919932	1,5
4	9	12	15	18	3	1	18,84	362,1	0,3621	6,821964	1
5	12	15	18	21	3	1	18,84	350,6	0,3506	6,605304	0,5
6	15	18	21	24	3	1	18,84	385	0,385	7,2534	1,3
7	18	21	24	27	3	1	18,84	411	0,411	7,74324	1,8
8	21	24	27	30	3	1	18,84	390,2	0,3902	7,351368	0,1
9	24	27	30	33	3	1	18,84	451,6	0,4516	8,508144	2,7
10	27	30	33	36	3	1	18,84	406,8	0,4068	7,664112	0

11	30	33	36	39	3	1	18,84	488	0,488	9,19392	0,5
12	33	36	39	42	3	1	18,84	451,6	0,4516	8,508144	0,8
13	36	39	42	45	3	1	18,84	561,9	0,5619	10,586196	0,5
14	39	42	45	48	3	1	18,84	564	0,564	10,62576	0,9
15	42	45	48	51	3	1	18,84	546,3	0,5463	10,292292	1,1
16	45	48	51	54	3	1	18,84	309	0,309	5,82156	1,8
17	48	51	54	57	3	1	18,84	541,1	0,5411	10,194324	3
18	51	54	57	60	3	1	18,84	568,1	0,5681	10,703004	1,4
19	54	57	60	63	3	1	18,84	470,3	0,4703	8,860452	0,9
20	57	60	63	66	3	1	18,84	415,1	0,4151	7,820484	0,5
21	60	63	66	69	3	1	18,84	398,5	0,3985	7,50774	0,3
22	63	66	69	72	3	1	18,84	377,7	0,3777	7,115868	1,7
23	66	69	72	75	3	1	18,84	380,8	0,3808	7,174272	0,3
24	69	72	75	78	3	1	18,84	373,5	0,3735	7,03674	0,8
25	72	75	78	81	3	1	18,84	386	0,386	7,27224	0,5
26	75	78	81	84	3	1	18,84	368,3	0,3683	6,938772	0,1
27	78	81	84	87	3	1	18,84	371,4	0,3714	6,997176	1,2
28	81	84	87	90	3	1	18,84	104	0,104	1,95936	1,1
29	84	87	90	93	3	1	18,84	316,3	0,3163	5,959092	0,8
30	87	90	93	96	3	1	18,84	415,1	0,4151	7,820484	0,3
31	90	93	96	99	3	1	18,84	408,9	0,4089	7,703676	0,1
32	0	6	9	15	3	2	56,52	105,1	0,1051	5,940252	0,4
33	3	9	12	18	3	2	56,52	102	0,102	5,76504	0,8
34	6	12	15	21	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	2,5
35	9	15	18	24	3	2	56,52	116,5	0,1165	6,58458	0,5
36	12	18	21	27	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	0,7
37	15	21	24	30	3	2	56,52	587,9	0,5879	33,228108	1
38	18	24	27	33	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	0,1
39	21	27	30	36	3	2	56,52	129	0,129	7,29108	0,1
40	24	30	33	39	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	0,5
41	27	33	36	42	3	2	56,52	151,9	0,1519	8,585388	1,1
42	30	36	39	45	3	2	56,52	141,5	0,1415	7,99758	1
43	33	39	42	48	3	2	56,52	154	0,154	8,70408	2,2
44	36	42	45	51	3	2	56,52	183,1	0,1831	10,348812	0
45	39	45	48	54	3	2	56,52	168,5	0,1685	9,52362	1,1
46	42	48	51	57	3	2	56,52	164,4	0,1644	9,291888	0,9
47	45	51	54	60	3	2	56,52	149,8	0,1498	8,466696	1,4
48	48	54	57	63	3	2	56,52	158,1	0,1581	8,935812	2,3
49	51	57	60	66	3	2	56,52	135,2	0,1352	7,641504	2,5
50	54	60	63	69	3	2	56,52	147,7	0,1477	8,348004	0,7
51	57	63	66	72	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	0
52	60	66	69	75	3	2	56,52	111,3	0,1113	6,290676	3

53	63	69	72	78	3	2	56,52	129	0,129	7,29108	1,5
54	66	72	75	81	3	2	56,52	109,2	0,1092	6,171984	2,8
55	69	75	78	84	3	2	56,52	125,9	0,1259	7,115868	0
56	72	78	81	87	3	2	56,52	109,2	0,1092	6,171984	1,8
57	75	81	84	90	3	2	56,52	111,3	0,1113	6,290676	2,5
58	78	84	87	93	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	2,8
59	81	87	90	96	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	1,1
60	84	90	93	99	3	2	56,52	168,5	0,1685	9,52362	2,5
61	0	9	12	21	3	3	113,04	66,59	0,06659	7,5273336	2,1
62	3	12	15	24	3	3	113,04	48,9	0,0489	5,527656	0,2
63	6	15	18	27	3	3	113,04	61,7	0,0617	6,974568	1,2
64	9	18	21	30	3	3	113,04	60,35	0,06035	6,821964	1,5
65	12	21	24	33	3	3	113,04	59,83	0,05983	6,7631832	0,1
66	15	24	27	36	3	3	113,04	51,19	0,05119	5,7865176	0,5
67	18	27	30	39	3	3	113,04	51,5	0,0515	5,82156	3
68	21	30	33	42	3	3	113,04	61,39	0,06139	6,9395256	1,4
69	24	33	36	45	3	3	113,04	142,5	0,1425	16,1082	1
70	27	36	39	48	3	3	113,04	62,95	0,06295	7,115868	0,2
71	30	39	42	51	3	3	113,04	335	0,335	37,8684	1,5
72	33	42	45	54	3	3	113,04	64,82	0,06482	7,3272528	3
73	36	45	48	57	3	3	113,04	48,17	0,04817	5,4451368	2,9
74	39	48	51	60	3	3	113,04	66,07	0,06607	7,4685528	1,9
75	42	51	54	63	3	3	113,04	58,89	0,05889	6,6569256	1,8
76	45	54	57	66	3	3	113,04	61,49	0,06149	6,9508296	1,3
77	48	57	60	69	3	3	113,04	61,6	0,0616	6,963264	2,9
78	51	60	63	72	3	3	113,04	63,78	0,06378	7,2096912	2
79	54	63	66	75	3	3	113,04	60,35	0,06035	6,821964	3
80	57	66	69	78	3	3	113,04	59,5	0,0595	6,72588	2,5
81	60	69	72	81	3	3	113,04	57,54	0,05754	6,5043216	2,9
82	63	72	75	84	3	3	113,04	54,73	0,05473	6,1866792	0,7
83	66	75	78	87	3	3	113,04	57,33	0,05733	6,4805832	0,5
84	69	78	81	90	3	3	113,04	58,58	0,05858	6,6218832	1,9
85	72	81	84	93	3	3	113,04	56,29	0,05629	6,3630216	0
86	75	84	87	96	3	3	113,04	62,43	0,06243	7,0570872	1,2
87	78	87	90	99	3	3	113,04	52,65	0,05265	5,951556	0,9
88	0	12	15	27	3	4	188,4	32,67	0,03267	6,155028	0,9
89	3	15	18	30	3	4	188,4	34,65	0,03465	6,52806	0,9
90	6	18	21	33	3	4	188,4	33,19	0,03319	6,252996	1,7
91	9	21	24	36	3	4	188,4	38,29	0,03829	7,213836	2
92	12	24	27	39	3	4	188,4	37,77	0,03777	7,115868	1,2
93	15	27	30	42	3	4	188,4	31,84	0,03184	5,998656	2,6
94	18	30	33	45	3	4	188,4	31	0,031	5,8404	1,6

95	21	33	36	48	3	4	188,4	32,57	0,03257	6,136188	2,2
96	24	36	39	51	3	4	188,4	31,19	0,03119	5,876196	1,6
97	27	39	42	54	3	4	188,4	37,98	0,03798	7,155432	2,7
98	30	42	45	57	3	4	188,4	32,57	0,03257	6,136188	2
99	33	45	48	60	3	4	188,4	33,71	0,03371	6,350964	2,1
100	36	48	51	63	3	4	188,4	35,58	0,03558	6,703272	0
101	39	51	54	66	3	4	188,4	32,36	0,03236	6,096624	1,2
102	42	54	57	69	3	4	188,4	37,46	0,03746	7,057464	2,6
103	45	57	60	72	3	4	188,4	31,73	0,03173	5,977932	1,4
104	48	60	63	75	3	4	188,4	34,02	0,03402	6,409368	1,7
105	51	63	66	78	3	4	188,4	35,9	0,0359	6,76356	2,7
106	54	66	69	81	3	4	188,4	32,05	0,03205	6,03822	0
107	57	69	72	84	3	4	188,4	34,13	0,03413	6,430092	0,9
108	60	72	75	87	3	4	188,4	32,57	0,03257	6,136188	1,3
109	63	75	78	90	3	4	188,4	36,42	0,03642	6,861528	1
110	66	78	81	93	3	4	188,4	34,96	0,03496	6,586464	0,7
111	69	81	84	96	3	4	188,4	34,65	0,03465	6,52806	3
112	72	84	87	99	3	4	188,4	36	0,036	6,7824	0,1

Lintasan 4

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (ohm)	R (Ohm)	Resistivitas (Ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	389,1	0,3891	7,330644	0,8
2	3	6	9	12	3	1	18,84	322,5	0,3225	6,0759	0,1
3	6	9	12	15	3	1	18,84	365,2	0,3652	6,880368	0,9
4	9	12	15	18	3	1	18,84	344,4	0,3444	6,488496	0,4
5	12	15	18	21	3	1	18,84	385	0,385	7,2534	0,1
6	15	18	21	24	3	1	18,84	472,5	0,4725	8,9019	0,1
7	18	21	24	27	3	1	18,84	388,1	0,3881	7,311804	0,2
8	21	24	27	30	3	1	18,84	390,2	0,3902	7,351368	0,1
9	24	27	30	33	3	1	18,84	391,2	0,3912	7,370208	0,5
10	27	30	33	36	3	1	18,84	397,5	0,3975	7,4889	1
11	30	33	36	39	3	1	18,84	423,5	0,4235	7,97874	0,3
12	33	36	39	42	3	1	18,84	383,9	0,3839	7,232676	0,2
13	36	39	42	45	3	1	18,84	469,3	0,4693	8,841612	0,6
14	39	42	45	48	3	1	18,84	367,3	0,3673	6,919932	0,6
15	42	45	48	51	3	1	18,84	385	0,385	7,2534	0,1
16	45	48	51	54	3	1	18,84	380,8	0,3808	7,174272	0,4
17	48	51	54	57	3	1	18,84	418,3	0,4183	7,880772	0
18	51	54	57	60	3	1	18,84	378,2	0,3782	7,125288	0
19	54	57	60	63	3	1	18,84	430,8	0,4308	8,116272	1,1

20	57	60	63	66	3	1	18,84	449,5	0,4495	8,46858	0,7
21	60	63	66	69	3	1	18,84	497,4	0,4974	9,371016	0,8
22	63	66	69	72	3	1	18,84	506,7	0,5067	9,546228	0
23	66	69	72	75	3	1	18,84	599,3	0,5993	11,290812	0,4
24	69	72	75	78	3	1	18,84	480,7	0,4807	9,056388	0
25	72	75	78	81	3	1	18,84	560,8	0,5608	10,565472	1,1
26	75	78	81	84	3	1	18,84	554,6	0,5546	10,448664	0,1
27	78	81	84	87	3	1	18,84	619,1	0,6191	11,663844	0,5
28	81	84	87	90	3	1	18,84	620,1	0,6201	11,682684	0,1
29	84	87	90	93	3	1	18,84	655,5	0,6555	12,34962	0,3
30	87	90	93	96	3	1	18,84	734,6	0,7346	13,839864	0,5
31	90	93	96	99	3	1	18,84	648,2	0,6482	12,212088	0,4
32	0	6	9	15	3	2	56,52	110,3	0,1103	6,234156	2,8
33	3	9	12	18	3	2	56,52	125,9	0,1259	7,115868	1,4
34	6	12	15	21	3	2	56,52	106,1	0,1061	5,996772	2,5
35	9	15	18	24	3	2	56,52	115,5	0,1155	6,52806	1,1
36	12	18	21	27	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	1,9
37	15	21	24	30	3	2	56,52	123,8	0,1238	6,997176	0,1
38	18	24	27	33	3	2	56,52	136,3	0,1363	7,703676	2,1
39	21	27	30	36	3	2	56,52	125,9	0,1259	7,115868	2,6
40	24	30	33	39	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	2,6
41	27	33	36	42	3	2	56,52	122,7	0,1227	6,935004	2
42	30	36	39	45	3	2	56,52	132,1	0,1321	7,466292	0,2
43	33	39	42	48	3	2	56,52	137,3	0,1373	7,760196	1,2
44	36	42	45	51	3	2	56,52	122,7	0,1227	6,935004	1,9
45	39	45	48	54	3	2	56,52	132,1	0,1321	7,466292	1,2
46	42	48	51	57	3	2	56,52	133,1	0,1331	7,522812	2,1
47	45	51	54	60	3	2	56,52	129	0,129	7,29108	0,3
48	48	54	57	63	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	1,4
49	51	57	60	66	3	2	56,52	131,1	0,1311	7,409772	2,2
50	54	60	63	69	3	2	56,52	132,1	0,1321	7,466292	0,1
51	57	63	66	72	3	2	56,52	142,5	0,1425	8,0541	1,5
52	60	66	69	75	3	2	56,52	143,6	0,1436	8,116272	2,1
53	63	69	72	78	3	2	56,52	183,1	0,1831	10,348812	1,2
54	66	72	75	81	3	2	56,52	175,8	0,1758	9,936216	0,8
55	69	75	78	84	3	2	56,52	184,1	0,1841	10,405332	2,6
56	72	78	81	87	3	2	56,52	211,2	0,2112	11,937024	1,6
57	75	81	84	90	3	2	56,52	222,6	0,2226	12,581352	0,5
58	78	84	87	93	3	2	56,52	221,6	0,2216	12,524832	2,3
59	81	87	90	96	3	2	56,52	242,4	0,2424	13,700448	0,3
60	84	90	93	99	3	2	56,52	282	0,282	15,93864	1,7
61	0	9	12	21	3	3	113,04	59,52	0,05952	6,7281408	1,5

62	3	12	15	24	3	3	113,04	57,33	0,05733	6,4805832	2,2
63	6	15	18	27	3	3	113,04	57,02	0,05702	6,4455408	1,7
64	9	18	21	30	3	3	113,04	58,79	0,05879	6,6456216	1,2
65	12	21	24	33	3	3	113,04	54,21	0,05421	6,1278984	0,8
66	15	24	27	36	3	3	113,04	62,85	0,06285	7,104564	0,9
67	18	27	30	39	3	3	113,04	65,66	0,06566	7,4222064	0
68	21	30	33	42	3	3	113,04	58,06	0,05806	6,5631024	2,8
69	24	33	36	45	3	3	113,04	62,74	0,06274	7,0921296	0
70	27	36	39	48	3	3	113,04	65,55	0,06555	7,409772	0
71	30	39	42	51	3	3	113,04	38,81	0,03881	4,3870824	2,6
72	33	42	45	54	3	3	113,04	24,24	0,02424	2,7400896	1
73	36	45	48	57	3	3	113,04	49,42	0,04942	5,5864368	0,2
74	39	48	51	60	3	3	113,04	65,76	0,06576	7,4335104	2,4
75	42	51	54	63	3	3	113,04	66,18	0,06618	7,4809872	0,3
76	45	54	57	66	3	3	113,04	65,76	0,06576	7,4335104	0,6
77	48	57	60	69	3	3	113,04	69,82	0,06982	7,8924528	0,6
78	51	60	63	72	3	3	113,04	60,77	0,06077	6,8694408	1,5
79	54	63	66	75	3	3	113,04	75,02	0,07502	8,4802608	1,1
80	57	66	69	78	3	3	113,04	78,46	0,07846	8,8691184	1,7
81	60	69	72	81	3	3	113,04	88,03	0,08803	9,9509112	1,9
82	63	72	75	84	3	3	113,04	83,86	0,08386	9,4795344	0
83	66	75	78	87	3	3	113,04	88,65	0,08865	10,020996	1,9
84	69	78	81	90	3	3	113,04	95,21	0,09521	10,7625384	0,8
85	72	81	84	93	3	3	113,04	17,1	0,0171	1,932984	1,8
86	75	84	87	96	3	3	113,04	118,6	0,1186	13,406544	0,3
87	78	87	90	99	3	3	113,04	108,2	0,1082	12,230928	2
88	0	12	15	27	3	4	188,4	32,05	0,03205	6,03822	1,9
89	3	15	18	30	3	4	188,4	42,76	0,04276	8,055984	0,4
90	6	18	21	33	3	4	188,4	35,79	0,03579	6,742836	2,7
91	9	21	24	36	3	4	188,4	35,17	0,03517	6,626028	2,6
92	12	24	27	39	3	4	188,4	33,75	0,03375	6,3585	2,7
93	15	27	30	42	3	4	188,4	37,25	0,03725	7,0179	0,3
94	18	30	33	45	3	4	188,4	35,9	0,0359	6,76356	1,3
95	21	33	36	48	3	4	188,4	36,62	0,03662	6,899208	2,5
96	24	36	39	51	3	4	188,4	38,5	0,0385	7,2534	1
97	27	39	42	54	3	4	188,4	41,1	0,0411	7,74324	2,2
98	30	42	45	57	3	4	188,4	31,73	0,03173	5,977932	2,4
99	33	45	48	60	3	4	188,4	33,61	0,03361	6,332124	0,9
100	36	48	51	63	3	4	188,4	38,39	0,03839	7,232676	2
101	39	51	54	66	3	4	188,4	37,14	0,03714	6,997176	2,5
102	42	54	57	69	3	4	188,4	34,86	0,03486	6,567624	0,5
103	45	57	60	72	3	4	188,4	37,98	0,03798	7,155432	0

104	48	60	63	75	3	4	188,4	38,71	0,03871	7,292964	1,7
105	51	63	66	78	3	4	188,4	27,67	0,02767	5,213028	1,6
106	54	66	69	81	3	4	188,4	76,17	0,07617	14,350428	1,7
107	57	69	72	84	3	4	188,4	191,4	0,1914	36,05976	1,1
108	60	72	75	87	3	4	188,4	40,47	0,04047	7,624548	1,2
109	63	75	78	90	3	4	188,4	46,3	0,0463	8,72292	3
110	66	78	81	93	3	4	188,4	48,38	0,04838	9,114792	1,3
111	69	81	84	96	3	4	188,4	57,96	0,05796	10,919664	1,3
112	72	84	87	99	3	4	188,4	58,48	0,05848	11,017632	2,2

Lintasan 5

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (ohm)	R (Ohm)	Resistivitas (Ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	403,7	0,4037	7,605708	0,6
2	3	6	9	12	3	1	18,84	318,4	0,3184	5,998656	0,7
3	6	9	12	15	3	1	18,84	393,3	0,3933	7,409772	0,1
4	9	12	15	18	3	1	18,84	351,7	0,3517	6,626028	0,7
5	12	15	18	21	3	1	18,84	375,6	0,3756	7,076304	0,1
6	15	18	21	24	3	1	18,84	370,4	0,3704	6,978336	0,3
7	18	21	24	27	3	1	18,84	394,3	0,3943	7,428612	0,3
8	21	24	27	30	3	1	18,84	395,4	0,3954	7,449336	0
9	24	27	30	33	3	1	18,84	500,5	0,5005	9,42942	0,7
10	27	30	33	36	3	1	18,84	469,3	0,4693	8,841612	0,2
11	30	33	36	39	3	1	18,84	464,1	0,4641	8,743644	1,8
12	33	36	39	42	3	1	18,84	476,5	0,4765	8,97726	0,2
13	36	39	42	45	3	1	18,84	473,4	0,4734	8,918856	0
14	39	42	45	48	3	1	18,84	405,8	0,4058	7,645272	2,6
15	42	45	48	51	3	1	18,84	460,9	0,4609	8,683356	0,5
16	45	48	51	54	3	1	18,84	424,5	0,4245	7,99758	0,9
17	48	51	54	57	3	1	18,84	443,2	0,4432	8,349888	0,8
18	51	54	57	60	3	1	18,84	455,7	0,4557	8,585388	1,3
19	54	57	60	63	3	1	18,84	462,8	0,4628	8,719152	2,7
20	57	60	63	66	3	1	18,84	474,5	0,4745	8,93958	0,2
21	60	63	66	69	3	1	18,84	513	0,513	9,66492	0,6
22	63	66	69	72	3	1	18,84	526,5	0,5265	9,91926	0,2
23	66	69	72	75	3	1	18,84	609,7	0,6097	11,486748	0
24	69	72	75	78	3	1	18,84	606,6	0,6066	11,428344	0,2
25	72	75	78	81	3	1	18,84	617	0,617	11,62428	1,4
26	75	78	81	84	3	1	18,84	626,4	0,6264	11,801376	0
27	78	81	84	87	3	1	18,84	663,9	0,6639	12,507876	0,4
28	81	84	87	90	3	1	18,84	684,7	0,6847	12,899748	2
29	84	87	90	93	3	1	18,84	700,3	0,7003	13,193652	0,2

30	87	90	93	96	3	1	18,84	688,8	0,6888	12,976992	0,4
31	90	93	96	99	3	1	18,84	607,7	0,6077	11,449068	0
32	0	6	9	15	3	2	56,52	113,4	0,1134	6,409368	1,3
33	3	9	12	18	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	0,9
34	6	12	15	21	3	2	56,52	108,2	0,1082	6,115464	2
35	9	15	18	24	3	2	56,52	118,6	0,1186	6,703272	0,8
36	12	18	21	27	3	2	56,52	125,9	0,1259	7,115868	1,2
37	15	21	24	30	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	0,9
38	18	24	27	33	3	2	56,52	117,5	0,1175	6,6411	0,6
39	21	27	30	36	3	2	56,52	135,2	0,1352	7,641504	1,8
40	24	30	33	39	3	2	56,52	131,1	0,1311	7,409772	0,5
41	27	33	36	42	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	2,6
42	30	36	39	45	3	2	56,52	108,2	0,1082	6,115464	1,3
43	33	39	42	48	3	2	56,52	150,8	0,1508	8,523216	0,5
44	36	42	45	51	3	2	56,52	136,3	0,1363	7,703676	2,5
45	39	45	48	54	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	0,8
46	42	48	51	57	3	2	56,52	136,2	0,1362	7,698024	1
47	45	51	54	60	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	1,6
48	48	54	57	63	3	2	56,52	130	0,13	7,3476	2,1
49	51	57	60	66	3	2	56,52	144,6	0,1446	8,172792	0
50	54	60	63	69	3	2	56,52	147,7	0,1477	8,348004	1,6
51	57	63	66	72	3	2	56,52	170,6	0,1706	9,642312	1,6
52	60	66	69	75	3	2	56,52	176,9	0,1769	9,998388	0,2
53	63	69	72	78	3	2	56,52	199,7	0,1997	11,287044	0,2
54	66	72	75	81	3	2	56,52	223,7	0,2237	12,643524	1
55	69	75	78	84	3	2	56,52	200,8	0,2008	11,349216	1,1
56	72	78	81	87	3	2	56,52	234,1	0,2341	13,231332	0,5
57	75	81	84	90	3	2	56,52	265,3	0,2653	14,994756	0,7
58	78	84	87	93	3	2	56,52	252,8	0,2528	14,288256	0,8
59	81	87	90	96	3	2	56,52	267,4	0,2674	15,113448	0,1
60	84	90	93	99	3	2	56,52	257	0,257	14,52564	1,5
61	0	9	12	21	3	3	113,04	59,1	0,0591	6,680664	0,3
62	3	12	15	24	3	3	113,04	50,78	0,05078	5,7401712	3
63	6	15	18	27	3	3	113,04	65,03	0,06503	7,3509912	1,1
64	9	18	21	30	3	3	113,04	64,41	0,06441	7,2809064	0,6
65	12	21	24	33	3	3	113,04	58,58	0,05858	6,6218832	1,4
66	15	24	27	36	3	3	113,04	68,22	0,06822	7,7115888	2,6
67	18	27	30	39	3	3	113,04	69,47	0,06947	7,8528888	0,5
68	21	30	33	42	3	3	113,04	69,92	0,06992	7,9037568	1,4
69	24	33	36	45	3	3	113,04	62,95	0,06295	7,115868	1,1
70	27	36	39	48	3	3	113,04	64,1	0,0641	7,245864	0,8
71	30	39	42	51	3	3	113,04	36	0,036	4,06944	2,1
72	33	42	45	54	3	3	113,04	65,24	0,06524	7,3747296	0,1
73	36	45	48	57	3	3	113,04	77,31	0,07731	8,7391224	1
74	39	48	51	60	3	3	113,04	58,68	0,05868	6,6331872	1

75	42	51	54	63	3	3	113,04	72,94	0,07294	8,2451376	2,4
76	45	54	57	66	3	3	113,04	66,59	0,06659	7,5273336	0,7
77	48	57	60	69	3	3	113,04	77,83	0,07783	8,7979032	2,2
78	51	60	63	72	3	3	113,04	80,85	0,08085	9,139284	2
79	54	63	66	75	3	3	113,04	81,47	0,08147	9,2093688	0,2
80	57	66	69	78	3	3	113,04	90,01	0,09001	10,1747304	1
81	60	69	72	81	3	3	113,04	98,23	0,09823	11,1039192	1,8
82	63	72	75	84	3	3	113,04	111,3	0,1113	12,581352	1,4
83	66	75	78	87	3	3	113,04	98,33	0,09833	11,1152232	1,4
84	69	78	81	90	3	3	113,04	134,2	0,1342	15,169968	0,7
85	72	81	84	93	3	3	113,04	112,3	0,1123	12,694392	2
86	75	84	87	96	3	3	113,04	130	0,13	14,6952	1,8
87	78	87	90	99	3	3	113,04	152,9	0,1529	17,283816	2,7
88	0	12	15	27	3	4	188,4	35,06	0,03506	6,605304	2,2
89	3	15	18	30	3	4	188,4	98,86	0,09886	18,625224	0,6
90	6	18	21	33	3	4	188,4	31,84	0,03184	5,998656	1,3
91	9	21	24	36	3	4	188,4	33,81	0,03381	6,369804	1,5
92	12	24	27	39	3	4	188,4	36,21	0,03621	6,821964	2,6
93	15	27	30	42	3	4	188,4	36,52	0,03652	6,880368	1,1
94	18	30	33	45	3	4	188,4	37,66	0,03766	7,095144	0,6
95	21	33	36	48	3	4	188,4	33,61	0,03361	6,332124	1,2
96	24	36	39	51	3	4	188,4	31,21	0,03121	5,879964	2,7
97	27	39	42	54	3	4	188,4	19,25	0,01925	3,6267	2,3
98	30	42	45	57	3	4	188,4	38,21	0,03821	7,198764	3
99	33	45	48	60	3	4	188,4	33,71	0,03371	6,350964	0,9
100	36	48	51	63	3	4	188,4	34,65	0,03465	6,52806	1,2
101	39	51	54	66	3	4	188,4	38,5	0,0385	7,2534	2,7
102	42	54	57	69	3	4	188,4	36,62	0,03662	6,899208	2,2
103	45	57	60	72	3	4	188,4	39,95	0,03995	7,52658	1,6
104	48	60	63	75	3	4	188,4	37,35	0,03735	7,03674	2
105	51	63	66	78	3	4	188,4	44,95	0,04495	8,46858	2,5
106	54	66	69	81	3	4	188,4	45,99	0,04599	8,664516	1,9
107	57	69	72	84	3	4	188,4	54	0,054	10,1736	0,4
108	60	72	75	87	3	4	188,4	56,92	0,05692	10,723728	0,8
109	63	75	78	90	3	4	188,4	49,84	0,04984	9,389856	2,6
110	66	78	81	93	3	4	188,4	64,41	0,06441	12,134844	0,3
111	69	81	84	96	3	4	188,4	70,34	0,07034	13,252056	0,2
112	72	84	87	99	3	4	188,4	78,66	0,07866	14,819544	0,5

Lintasan 6

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (ohm)	R (Ohm)	Resistivitas (Ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	351,7	0,3517	6,626028	0

2	3	6	9	12	3	1	18,84	344,4	0,3444	6,488496	2,3
3	6	9	12	15	3	1	18,84	304	0,304	5,72736	1
4	9	12	15	18	3	1	18,84	332,9	0,3329	6,271836	1,7
5	12	15	18	21	3	1	18,84	372,8	0,3728	7,023552	0,1
6	15	18	21	24	3	1	18,84	366,2	0,3662	6,899208	1,3
7	18	21	24	27	3	1	18,84	370,4	0,3704	6,978336	0,3
8	21	24	27	30	3	1	18,84	342,2	0,3422	6,447048	0
9	24	27	30	33	3	1	18,84	392,3	0,3923	7,390932	2,2
10	27	30	33	36	3	1	18,84	475,5	0,4755	8,95842	2,7
11	30	33	36	39	3	1	18,84	409,9	0,4099	7,722516	2,1
12	33	36	39	42	3	1	18,84	464,1	0,4641	8,743644	1,1
13	36	39	42	45	3	1	18,84	489	0,489	9,21276	2,2
14	39	42	45	48	3	1	18,84	411	0,411	7,74324	1
15	42	45	48	51	3	1	18,84	475,5	0,4755	8,95842	0,4
16	45	48	51	54	3	1	18,84	432,8	0,4328	8,153952	1,9
17	48	51	54	57	3	1	18,84	440,1	0,4401	8,291484	1,7
18	51	54	57	60	3	1	18,84	455,7	0,4557	8,585388	1,9
19	54	57	60	63	3	1	18,84	460,9	0,4609	8,683356	1,3
20	57	60	63	66	3	1	18,84	514	0,514	9,68376	3
21	60	63	66	69	3	1	18,84	546,3	0,5463	10,292292	0,8
22	63	66	69	72	3	1	18,84	568,1	0,5681	10,703004	1,4
23	66	69	72	75	3	1	18,84	557,7	0,5577	10,507068	1,1
24	69	72	75	78	3	1	18,84	671,1	0,6711	12,643524	0,6
25	72	75	78	81	3	1	18,84	710,7	0,7107	13,389588	1
26	75	78	81	84	3	1	18,84	758,5	0,7585	14,29014	2,8
27	78	81	84	87	3	1	18,84	745	0,745	14,0358	1,1
28	81	84	87	90	3	1	18,84	642	0,642	12,09528	1,2
29	84	87	90	93	3	1	18,84	746,1	0,7461	14,056524	1,3
30	87	90	93	96	3	1	18,84	691,9	0,6919	13,035396	2,1
31	90	93	96	99	3	1	18,84	647,2	0,6472	12,193248	1,9
32	0	6	9	15	3	2	56,52	118,6	0,1186	6,703272	2,2
33	3	9	12	18	3	2	56,52	115,5	0,1155	6,52806	2,9
34	6	12	15	21	3	2	56,52	109,2	0,1092	6,171984	1,6
35	9	15	18	24	3	2	56,52	121,7	0,1217	6,878484	1,4
36	12	18	21	27	3	2	56,52	115,5	0,1155	6,52806	0,5
37	15	21	24	30	3	2	56,52	114,4	0,1144	6,465888	3
38	18	24	27	33	3	2	56,52	117,5	0,1175	6,6411	1,5
39	21	27	30	36	3	2	56,52	112,3	0,1123	6,347196	0,2
40	24	30	33	39	3	2	56,52	104	0,104	5,87808	2
41	27	33	36	42	3	2	56,52	126,7	0,1267	7,161084	0,3
42	30	36	39	45	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	1,5
43	33	39	42	48	3	2	56,52	136,3	0,1363	7,703676	0,2

44	36	42	45	51	3	2	56,52	174,8	0,1748	9,879696	0
45	39	45	48	54	3	2	56,52	133,1	0,1331	7,522812	1,6
46	42	48	51	57	3	2	56,52	141,5	0,1415	7,99758	0,7
47	45	51	54	60	3	2	56,52	117,3	0,1173	6,629796	0,2
48	48	54	57	63	3	2	56,52	141,5	0,1415	7,99758	0,1
49	51	57	60	66	3	2	56,52	156	0,156	8,81712	2,7
50	54	60	63	69	3	2	56,52	173,7	0,1737	9,817524	2,2
51	57	63	66	72	3	2	56,52	191,4	0,1914	10,817928	0,1
52	60	66	69	75	3	2	56,52	210,2	0,2102	11,880504	1,7
53	63	69	72	78	3	2	56,52	198,7	0,1987	11,230524	0,2
54	66	72	75	81	3	2	56,52	324,6	0,3246	18,346392	1,1
55	69	75	78	84	3	2	56,52	242,4	0,2424	13,700448	0,7
56	72	78	81	87	3	2	56,52	234,1	0,2341	13,231332	1,7
57	75	81	84	90	3	2	56,52	268,4	0,2684	15,169968	1,8
58	78	84	87	93	3	2	56,52	277,8	0,2778	15,701256	2
59	81	87	90	96	3	2	56,52	259,1	0,2591	14,644332	1,6
60	84	90	93	99	3	2	56,52	291,3	0,2913	16,464276	0,5
61	0	9	12	21	3	3	113,04	71,69	0,07169	8,1038376	2,9
62	3	12	15	24	3	3	113,04	73,25	0,07325	8,28018	0,8
63	6	15	18	27	3	3	113,04	46,61	0,04661	5,2687944	0,5
64	9	18	21	30	3	3	113,04	56,08	0,05608	6,3392832	1,8
65	12	21	24	33	3	3	113,04	70,44	0,07044	7,9625376	0
66	15	24	27	36	3	3	113,04	140,4	0,1404	15,870816	2,9
67	18	27	30	39	3	3	113,04	66,39	0,06639	7,5047256	0
68	21	30	33	42	3	3	113,04	66,49	0,06649	7,5160296	0
69	24	33	36	45	3	3	113,04	62,43	0,06243	7,0570872	1
70	27	36	39	48	3	3	113,04	57,23	0,05723	6,4692792	1,9
71	30	39	42	51	3	3	113,04	147,7	0,1477	16,696008	1,4
72	33	42	45	54	3	3	113,04	69,19	0,06919	7,8212376	1
73	36	45	48	57	3	3	113,04	74,29	0,07429	8,3977416	2,8
74	39	48	51	60	3	3	113,04	70,96	0,07096	8,0213184	1,1
75	42	51	54	63	3	3	113,04	72,73	0,07273	8,2213992	2,8
76	45	54	57	66	3	3	113,04	77	0,077	8,70408	1
77	48	57	60	69	3	3	113,04	84,78	0,08478	9,5835312	1,8
78	51	60	63	72	3	3	113,04	98,94	0,09894	11,1841776	2,4
79	54	63	66	75	3	3	113,04	106,1	0,1061	11,993544	1,5
80	57	66	69	78	3	3	113,04	94,69	0,09469	10,7037576	2,4
81	60	69	72	81	3	3	113,04	106,1	0,1061	11,993544	1,1
82	63	72	75	84	3	3	113,04	116,9	0,1169	13,214376	1
83	66	75	78	87	3	3	113,04	139,4	0,1394	15,757776	2,4
84	69	78	81	90	3	3	113,04	147,8	0,1478	16,707312	2,7
85	72	81	84	93	3	3	113,04	140,4	0,1404	15,870816	2,4

86	75	84	87	96	3	3	113,04	143,6	0,1436	16,232544	1,7
87	78	87	90	99	3	3	113,04	169,6	0,1696	19,171584	2,9
88	0	12	15	27	3	4	188,4	33,19	0,03319	6,252996	1,7
89	3	15	18	30	3	4	188,4	37,87	0,03787	7,134708	1,6
90	6	18	21	33	3	4	188,4	36,73	0,03673	6,919932	2,2
91	9	21	24	36	3	4	188,4	66,8	0,0668	12,58512	1,5
92	12	24	27	39	3	4	188,4	55,25	0,05525	10,4091	2,2
93	15	27	30	42	3	4	188,4	55,64	0,05564	10,482576	2
94	18	30	33	45	3	4	188,4	37,56	0,03756	7,076304	0
95	21	33	36	48	3	4	188,4	39,95	0,03995	7,52658	0,7
96	24	36	39	51	3	4	188,4	35,17	0,03517	6,626028	1,1
97	27	39	42	54	3	4	188,4	40,16	0,04016	7,566144	2,5
98	30	42	45	57	3	4	188,4	42,97	0,04297	8,095548	2,4
99	33	45	48	60	3	4	188,4	43,08	0,04308	8,116272	1,2
100	36	48	51	63	3	4	188,4	42,56	0,04256	8,018304	2,2
101	39	51	54	66	3	4	188,4	39,62	0,03962	7,464408	2,4
102	42	54	57	69	3	4	188,4	39,54	0,03954	7,449336	1,3
103	45	57	60	72	3	4	188,4	46,41	0,04641	8,743644	2,2
104	48	60	63	75	3	4	188,4	50,01	0,05001	9,421884	0,1
105	51	63	66	78	3	4	188,4	55,04	0,05504	10,369536	2,6
106	54	66	69	81	3	4	188,4	54,83	0,05483	10,329972	0,5
107	57	69	72	84	3	4	188,4	58,27	0,05827	10,978068	2,1
108	60	72	75	87	3	4	188,4	66,7	0,0667	12,56628	1,2
109	63	75	78	90	3	4	188,4	77,62	0,07762	14,623608	0,8
110	66	78	81	93	3	4	188,4	80,23	0,08023	15,115332	2,8
111	69	81	84	96	3	4	188,4	76,38	0,07638	14,389992	0,6
112	72	84	87	99	3	4	188,4	74,19	0,07419	13,977396	0,5

Lintasan 7

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (ohm)	R (Ohm)	Resistivitas (Ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	411	0,411	7,74324	0,7
2	3	6	9	12	3	1	18,84	369,4	0,3694	6,959496	1,1
3	6	9	12	15	3	1	18,84	365,2	0,3652	6,880368	0,9
4	9	12	15	18	3	1	18,84	372,5	0,3725	7,0179	2,1
5	12	15	18	21	3	1	18,84	340,2	0,3402	6,409368	3
6	15	18	21	24	3	1	18,84	422,4	0,4224	7,958016	1,4
7	18	21	24	27	3	1	18,84	365,2	0,3652	6,880368	0
8	21	24	27	30	3	1	18,84	361	0,361	6,80124	2,1
9	24	27	30	33	3	1	18,84	713,8	0,7138	13,447992	2,9
10	27	30	33	36	3	1	18,84	328,8	0,3288	6,194592	2,2

11	30	33	36	39	3	1	18,84	341,3	0,3413	6,430092	2,4
12	33	36	39	42	3	1	18,84	325,7	0,3257	6,136188	1
13	36	39	42	45	3	1	18,84	351,7	0,3517	6,626028	2,4
14	39	42	45	48	3	1	18,84	323,6	0,3236	6,096624	0,4
15	42	45	48	51	3	1	18,84	349,6	0,3496	6,586464	0,6
16	45	48	51	54	3	1	18,84	335	0,335	6,3114	0,4
17	48	51	54	57	3	1	18,84	324,6	0,3246	6,115464	1,7
18	51	54	57	60	3	1	18,84	375,6	0,3756	7,076304	0,1
19	54	57	60	63	3	1	18,84	363,1	0,3631	6,840804	1,1
20	57	60	63	66	3	1	18,84	348,6	0,3486	6,567624	2,9
21	60	63	66	69	3	1	18,84	337,1	0,3371	6,350964	3
22	63	66	69	72	3	1	18,84	334	0,334	6,29256	1,6
23	66	69	72	75	3	1	18,84	382,9	0,3829	7,213836	2,9
24	69	72	75	78	3	1	18,84	359	0,359	6,76356	0,7
25	72	75	78	81	3	1	18,84	377,7	0,3777	7,115868	2,2
26	75	78	81	84	3	1	18,84	354,8	0,3548	6,684432	0,9
27	78	81	84	87	3	1	18,84	380,8	0,3808	7,174272	1,3
28	81	84	87	90	3	1	18,84	359	0,359	6,76356	0,1
29	84	87	90	93	3	1	18,84	405,8	0,4058	7,645272	1,1
30	87	90	93	96	3	1	18,84	349,6	0,3496	6,586464	2,1
31	90	93	96	99	3	1	18,84	421,4	0,4214	7,939176	0,4
32	0	6	9	15	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	1,3
33	3	9	12	18	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	1,9
34	6	12	15	21	3	2	56,52	129	0,129	7,29108	1
35	9	15	18	24	3	2	56,52	101,7	0,1017	5,748084	2,8
36	12	18	21	27	3	2	56,52	115,5	0,1155	6,52806	1,5
37	15	21	24	30	3	2	56,52	186,2	0,1862	10,524024	1,9
38	18	24	27	33	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	0,2
39	21	27	30	36	3	2	56,52	136,3	0,1363	7,703676	3
40	24	30	33	39	3	2	56,52	107,1	0,1071	6,053292	0
41	27	33	36	42	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	1,1
42	30	36	39	45	3	2	56,52	122,7	0,1227	6,935004	2
43	33	39	42	48	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	1,1
44	36	42	45	51	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	1,2
45	39	45	48	54	3	2	56,52	114,4	0,1144	6,465888	0,6
46	42	48	51	57	3	2	56,52	117,5	0,1175	6,6411	0,6
47	45	51	54	60	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	1
48	48	54	57	63	3	2	56,52	109,2	0,1092	6,171984	1,1
49	51	57	60	66	3	2	56,52	113,4	0,1134	6,409368	2,6
50	54	60	63	69	3	2	56,52	118,6	0,1186	6,703272	1,9
51	57	63	66	72	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	1,6
52	60	66	69	75	3	2	56,52	121,7	0,1217	6,878484	1,2

53	63	69	72	78	3	2	56,52	121,7	0,1217	6,878484	1,1
54	66	72	75	81	3	2	56,52	117,5	0,1175	6,6411	1,7
55	69	75	78	84	3	2	56,52	102,2	0,1022	5,776344	1,9
56	72	78	81	87	3	2	56,52	105,1	0,1051	5,940252	2,2
57	75	81	84	90	3	2	56,52	116,5	0,1165	6,58458	0,6
58	78	84	87	93	3	2	56,52	117,5	0,1175	6,6411	2,9
59	81	87	90	96	3	2	56,52	137,3	0,1373	7,760196	2,9
60	84	90	93	99	3	2	56,52	133,1	0,1331	7,522812	2
61	0	9	12	21	3	3	113,04	65,45	0,06545	7,398468	1,3
62	3	12	15	24	3	3	113,04	89,07	0,08907	10,0684728	0,2
63	6	15	18	27	3	3	113,04	75,75	0,07575	8,56278	2,2
64	9	18	21	30	3	3	113,04	75,44	0,07544	8,5277376	0,7
65	12	21	24	33	3	3	113,04	65,03	0,06503	7,3509912	0,7
66	15	24	27	36	3	3	113,04	66,49	0,06649	7,5160296	1,4
67	18	27	30	39	3	3	113,04	61,29	0,06129	6,9282216	2,4
68	21	30	33	42	3	3	113,04	54,94	0,05494	6,2104176	1,5
69	24	33	36	45	3	3	113,04	54,73	0,05473	6,1866792	0,7
70	27	36	39	48	3	3	113,04	64,62	0,06462	7,3046448	2,2
71	30	39	42	51	3	3	113,04	57,96	0,05796	6,5517984	2,9
72	33	42	45	54	3	3	113,04	63,58	0,06358	7,1870832	2,6
73	36	45	48	57	3	3	113,04	59,52	0,05952	6,7281408	0,1
74	39	48	51	60	3	3	113,04	68,47	0,06847	7,7398488	2,2
75	42	51	54	63	3	3	113,04	58,27	0,05827	6,5868408	2
76	45	54	57	66	3	3	113,04	51,71	0,05171	5,8452984	1,3
77	48	57	60	69	3	3	113,04	60,35	0,06035	6,821964	1,4
78	51	60	63	72	3	3	113,04	72,63	0,07263	8,2100952	2,7
79	54	63	66	75	3	3	113,04	62,33	0,06233	7,0457832	0,8
80	57	66	69	78	3	3	113,04	58,16	0,05816	6,5744064	1,7
81	60	69	72	81	3	3	113,04	72	0,072	8,13888	2,7
82	63	72	75	84	3	3	113,04	60,56	0,06056	6,8457024	2,7
83	66	75	78	87	3	3	113,04	64,93	0,06493	7,3396872	3
84	69	78	81	90	3	3	113,04	56,81	0,05681	6,4218024	2,2
85	72	81	84	93	3	3	113,04	64,51	0,06451	7,2922104	1,8
86	75	84	87	96	3	3	113,04	60,77	0,06077	6,8694408	1,7
87	78	87	90	99	3	3	113,04	63,99	0,06399	7,2334296	2,9
88	0	12	15	27	3	4	188,4	37,77	0,03777	7,115868	1,3
89	3	15	18	30	3	4	188,4	37,14	0,03714	6,997176	0
90	6	18	21	33	3	4	188,4	40,06	0,04006	7,547304	0,7
91	9	21	24	36	3	4	188,4	36,31	0,03631	6,840804	1,6
92	12	24	27	39	3	4	188,4	33,19	0,03319	6,252996	0,8
93	15	27	30	42	3	4	188,4	36,62	0,03662	6,899208	2,7
94	18	30	33	45	3	4	188,4	34,54	0,03454	6,507336	2,1

95	21	33	36	48	3	4	188,4	36,62	0,03662	6,899208	2
96	24	36	39	51	3	4	188,4	36	0,036	6,7824	1,4
97	27	39	42	54	3	4	188,4	44,01	0,04401	8,291484	1,7
98	30	42	45	57	3	4	188,4	41,2	0,0412	7,76208	3
99	33	45	48	60	3	4	188,4	32,25	0,03225	6,0759	0,7
100	36	48	51	63	3	4	188,4	39,33	0,03933	7,409772	2,2
101	39	51	54	66	3	4	188,4	50,36	0,05036	9,487824	2,2
102	42	54	57	69	3	4	188,4	35,69	0,03569	6,723996	0,7
103	45	57	60	72	3	4	188,4	39,75	0,03975	7,4889	0,3
104	48	60	63	75	3	4	188,4	62,33	0,06233	11,742972	1,4
105	51	63	66	78	3	4	188,4	27,05	0,02705	5,09622	0,4
106	54	66	69	81	3	4	188,4	41,41	0,04141	7,801644	0,4
107	57	69	72	84	3	4	188,4	37,66	0,03766	7,095144	1,7
108	60	72	75	87	3	4	188,4	37,04	0,03704	6,978336	1,7
109	63	75	78	90	3	4	188,4	38,71	0,03871	7,292964	0,7
110	66	78	81	93	3	4	188,4	35,69	0,03569	6,723996	2,7
111	69	81	84	96	3	4	188,4	38,29	0,03829	7,213836	1,6
112	72	84	87	99	3	4	188,4	39,64	0,03964	7,468176	1,2

Lintasan 8

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (ohm)	R (Ohm)	Resistivitas (Ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	542,1	0,5421	10,213164	1,8
2	3	6	9	12	3	1	18,84	469,3	0,4693	8,841612	1,1
3	6	9	12	15	3	1	18,84	501,5	0,5015	9,44826	1,2
4	9	12	15	18	3	1	18,84	455,7	0,4557	8,585388	0,5
5	12	15	18	21	3	1	18,84	491,1	0,4911	9,252324	0,8
6	15	18	21	24	3	1	18,84	439,1	0,4391	8,272644	0,6
7	18	21	24	27	3	1	18,84	354,8	0,3548	6,684432	1,3
8	21	24	27	30	3	1	18,84	397,5	0,3975	7,4889	1,9
9	24	27	30	33	3	1	18,84	320,5	0,3205	6,03822	1,5
10	27	30	33	36	3	1	18,84	375,6	0,3756	7,076304	1,1
11	30	33	36	39	3	1	18,84	372,5	0,3725	7,0179	0,3
12	33	36	39	42	3	1	18,84	398,5	0,3985	7,50774	1,2
13	36	39	42	45	3	1	18,84	315,3	0,3153	5,940252	2,5
14	39	42	45	48	3	1	18,84	375,6	0,3756	7,076304	1
15	42	45	48	51	3	1	18,84	331,9	0,3319	6,252996	1,5
16	45	48	51	54	3	1	18,84	366,2	0,3662	6,899208	0,9
17	48	51	54	57	3	1	18,84	408,9	0,4089	7,703676	0,3
18	51	54	57	60	3	1	18,84	416,2	0,4162	7,841208	1,5
19	54	57	60	63	3	1	18,84	483,8	0,4838	9,114792	0,4
20	57	60	63	66	3	1	18,84	537,9	0,5379	10,134036	0,7

21	60	63	66	69	3	1	18,84	829,3	0,8293	15,624012	1,2
22	63	66	69	72	3	1	18,84	674,3	0,6743	12,703812	1,5
23	66	69	72	75	3	1	18,84	818,9	0,8189	15,428076	0
24	69	72	75	78	3	1	18,84	679,5	0,6795	12,80178	1,4
25	72	75	78	81	3	1	18,84	582,7	0,5827	10,978068	0
26	75	78	81	84	3	1	18,84	455,7	0,4557	8,585388	0,3
27	78	81	84	87	3	1	18,84	556,7	0,5567	10,488228	0,5
28	81	84	87	90	3	1	18,84	445,3	0,4453	8,389452	1
29	84	87	90	93	3	1	18,84	497,4	0,4974	9,371016	2,9
30	87	90	93	96	3	1	18,84	423,5	0,4235	7,97874	1,3
31	90	93	96	99	3	1	18,84	483,8	0,4838	9,114792	0,8
32	0	6	9	15	3	2	56,52	211,2	0,2112	11,937024	0
33	3	9	12	18	3	2	56,52	158,1	0,1581	8,935812	2,5
34	6	12	15	21	3	2	56,52	156	0,156	8,81712	0,7
35	9	15	18	24	3	2	56,52	158,1	0,1581	8,935812	1,3
36	12	18	21	27	3	2	56,52	158,1	0,1581	8,935812	1,5
37	15	21	24	30	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	3
38	18	24	27	33	3	2	56,52	107,1	0,1071	6,053292	1,8
39	21	27	30	36	3	2	56,52	188,3	0,1883	10,642716	0,7
40	24	30	33	39	3	2	56,52	123,8	0,1238	6,997176	1,7
41	27	33	36	42	3	2	56,52	116,5	0,1165	6,58458	0,9
42	30	36	39	45	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	2,6
43	33	39	42	48	3	2	56,52	114,4	0,1144	6,465888	0,2
44	36	42	45	51	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	2,5
45	39	45	48	54	3	2	56,52	118,6	0,1186	6,703272	0,4
46	42	48	51	57	3	2	56,52	133,1	0,1331	7,522812	1,8
47	45	51	54	60	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	1,5
48	48	54	57	63	3	2	56,52	118,6	0,1186	6,703272	0,9
49	51	57	60	66	3	2	56,52	171,6	0,1716	9,698832	2,8
50	54	60	63	69	3	2	56,52	162,3	0,1623	9,173196	0
51	57	63	66	72	3	2	56,52	156	0,156	8,81712	0,5
52	60	66	69	75	3	2	56,52	155	0,155	8,7606	1,8
53	63	69	72	78	3	2	56,52	193,5	0,1935	10,93662	0,5
54	66	72	75	81	3	2	56,52	139,4	0,1394	7,878888	1,7
55	69	75	78	84	3	2	56,52	160,2	0,1602	9,054504	0,6
56	72	78	81	87	3	2	56,52	164,4	0,1644	9,291888	0,7
57	75	81	84	90	3	2	56,52	129	0,129	7,29108	1,6
58	78	84	87	93	3	2	56,52	149,8	0,1498	8,466696	1,3
59	81	87	90	96	3	2	56,52	144,6	0,1446	8,172792	0,4
60	84	90	93	99	3	2	56,52	142,5	0,1425	8,0541	0,5
61	0	9	12	21	3	3	113,04	84,08	0,08408	9,5044032	1,7
62	3	12	15	24	3	3	113,04	73,88	0,07388	8,3513952	0,2
63	6	15	18	27	3	3	113,04	75,54	0,07554	8,5390416	2,9
64	9	18	21	30	3	3	113,04	65,97	0,06597	7,4572488	0,9
65	12	21	24	33	3	3	113,04	56,4	0,0564	6,375456	2,8

66	15	24	27	36	3	3	113,04	68,26	0,06826	7,7161104	0,6
67	18	27	30	39	3	3	113,04	52,13	0,05213	5,8927752	1,8
68	21	30	33	42	3	3	113,04	61,81	0,06181	6,9870024	1,6
69	24	33	36	45	3	3	113,04	53,27	0,05327	6,0216408	0,8
70	27	36	39	48	3	3	113,04	61,49	0,06149	6,9508296	2
71	30	39	42	51	3	3	113,04	66,8	0,0668	7,551072	1
72	33	42	45	54	3	3	113,04	63,26	0,06326	7,1509104	2,5
73	36	45	48	57	3	3	113,04	69,19	0,06919	7,8212376	1,3
74	39	48	51	60	3	3	113,04	60,35	0,06035	6,821964	0,4
75	42	51	54	63	3	3	113,04	60,25	0,06025	6,81066	0,8
76	45	54	57	66	3	3	113,04	71,59	0,07159	8,0925336	1,8
77	48	57	60	69	3	3	113,04	60,87	0,06087	6,8807448	2,9
78	51	60	63	72	3	3	113,04	58,16	0,05816	6,5744064	2,1
79	54	63	66	75	3	3	113,04	74,92	0,07492	8,4689568	2,5
80	57	66	69	78	3	3	113,04	74,92	0,07492	8,4689568	0
81	60	69	72	81	3	3	113,04	77,42	0,07742	8,7515568	1,2
82	63	72	75	84	3	3	113,04	60,66	0,06066	6,8570064	2,2
83	66	75	78	87	3	3	113,04	65,66	0,06566	7,4222064	2,6
84	69	78	81	90	3	3	113,04	73,15	0,07315	8,268876	2,1
85	72	81	84	93	3	3	113,04	77,83	0,07783	8,7979032	1,4
86	75	84	87	96	3	3	113,04	67,84	0,06784	7,6686336	0
87	78	87	90	99	3	3	113,04	73,36	0,07336	8,2926144	1,2
88	0	12	15	27	3	4	188,4	43,66	0,04366	8,225544	0,3
89	3	15	18	30	3	4	188,4	44,95	0,04495	8,46858	0,3
90	6	18	21	33	3	4	188,4	42,24	0,04224	7,958016	2,6
91	9	21	24	36	3	4	188,4	36,1	0,0361	6,80124	0,6
92	12	24	27	39	3	4	188,4	32,29	0,03229	6,083436	2,7
93	15	27	30	42	3	4	188,4	37,66	0,03766	7,095144	0,9
94	18	30	33	45	3	4	188,4	37,04	0,03704	6,978336	1,7
95	21	33	36	48	3	4	188,4	38,71	0,03871	7,292964	0,2
96	24	36	39	51	3	4	188,4	36,94	0,03694	6,959496	0,5
97	27	39	42	54	3	4	188,4	35,79	0,03579	6,742836	0,6
98	30	42	45	57	3	4	188,4	39,33	0,03933	7,409772	2,4
99	33	45	48	60	3	4	188,4	89,38	0,08938	16,839192	2,5
100	36	48	51	63	3	4	188,4	28,2	0,0282	5,31288	1,2
101	39	51	54	66	3	4	188,4	31,63	0,03163	5,959092	0,7
102	42	54	57	69	3	4	188,4	31,84	0,03184	5,998656	1,3
103	45	57	60	72	3	4	188,4	31,94	0,03194	6,017496	2,2
104	48	60	63	75	3	4	188,4	36,42	0,03642	6,861528	2,1
105	51	63	66	78	3	4	188,4	42,76	0,04276	8,055984	0,4
106	54	66	69	81	3	4	188,4	39,64	0,03964	7,468176	1,2
107	57	69	72	84	3	4	188,4	43,18	0,04318	8,135112	0,2
108	60	72	75	87	3	4	188,4	33,81	0,03381	6,369804	1,1
109	63	75	78	90	3	4	188,4	42,66	0,04266	8,037144	0,7
110	66	78	81	93	3	4	188,4	79,91	0,07991	15,055044	1,1

111	69	81	84	96	3	4	188,4	38,5	0,0385	7,2534	0
112	72	84	87	99	3	4	188,4	46,93	0,04693	8,841612	0,3

Lintasan 9

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (ohm)	R (Ohm)	Resistivitas (Ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	471,3	0,4713	8,879292	0,2
2	3	6	9	12	3	1	18,84	657,6	0,6576	12,389184	1,1
3	6	9	12	15	3	1	18,84	494,2	0,4942	9,310728	1
4	9	12	15	18	3	1	18,84	562,9	0,5629	10,605036	0,6
5	12	15	18	21	3	1	18,84	496,3	0,4963	9,350292	1,1
6	15	18	21	24	3	1	18,84	525,4	0,5254	9,898536	0,8
7	18	21	24	27	3	1	18,84	503,6	0,5036	9,487824	0,7
8	21	24	27	30	3	1	18,84	552,5	0,5525	10,4091	0
9	24	27	30	33	3	1	18,84	527,5	0,5275	9,9381	0,8
10	27	30	33	36	3	1	18,84	549,4	0,5494	10,350696	1,3
11	30	33	36	39	3	1	18,84	375,6	0,3756	7,076304	2,8
12	33	36	39	42	3	1	18,84	497,4	0,4974	9,371016	1,9
13	36	39	42	45	3	1	18,84	419,3	0,4193	7,899612	1,6
14	39	42	45	48	3	1	18,84	433,9	0,4339	8,174676	1,7
15	42	45	48	51	3	1	18,84	521,3	0,5213	9,821292	0,6
16	45	48	51	54	3	1	18,84	518,2	0,5182	9,762888	0,9
17	48	51	54	57	3	1	18,84	527,4	0,5274	9,936216	0
18	51	54	57	60	3	1	18,84	466,1	0,4661	8,781324	3
19	54	57	60	63	3	1	18,84	492,2	0,4922	9,273048	0,3
20	57	60	63	66	3	1	18,84	424,5	0,4245	7,99758	1,1
21	60	63	66	69	3	1	18,84	344,4	0,3444	6,488496	1
22	63	66	69	72	3	1	18,84	427,6	0,4276	8,055984	0,7
23	66	69	72	75	3	1	18,84	323,6	0,3236	6,096624	0,2
24	69	72	75	78	3	1	18,84	366,2	0,3662	6,899208	2,2
25	72	75	78	81	3	1	18,84	354,8	0,3548	6,684432	1,5
26	75	78	81	84	3	1	18,84	386	0,386	7,27224	1,7
27	78	81	84	87	3	1	18,84	338,1	0,3381	6,369804	2,4
28	81	84	87	90	3	1	18,84	375,6	0,3756	7,076304	1,9
29	84	87	90	93	3	1	18,84	336,1	0,3361	6,332124	0,1
30	87	90	93	96	3	1	18,84	528,6	0,5286	9,958824	2,4
31	90	93	96	99	3	1	18,84	385	0,385	7,2534	0,5
32	0	6	9	15	3	2	56,52	223,7	0,2237	12,643524	0,6
33	3	9	12	18	3	2	56,52	199,7	0,1997	11,287044	0,5
34	6	12	15	21	3	2	56,52	192,5	0,1925	10,8801	3
35	9	15	18	24	3	2	56,52	282	0,282	15,93864	1,1

36	12	18	21	27	3	2	56,52	232	0,232	13,11264	1,7
37	15	21	24	30	3	2	56,52	206	0,206	11,64312	2,6
38	18	24	27	33	3	2	56,52	151,9	0,1519	8,585388	2,2
39	21	27	30	36	3	2	56,52	223,7	0,2237	12,643524	1,1
40	24	30	33	39	3	2	56,52	214,3	0,2143	12,112236	0,2
41	27	33	36	42	3	2	56,52	188,3	0,1883	10,642716	0,9
42	30	36	39	45	3	2	56,52	157,1	0,1571	8,879292	2,7
43	33	39	42	48	3	2	56,52	165,4	0,1654	9,348408	0,7
44	36	42	45	51	3	2	56,52	181	0,181	10,23012	0,6
45	39	45	48	54	3	2	56,52	156	0,156	8,81712	0,2
46	42	48	51	57	3	2	56,52	840,8	0,8408	47,522016	2,6
47	45	51	54	60	3	2	56,52	156	0,156	8,81712	0,3
48	48	54	57	63	3	2	56,52	182,1	0,1821	10,292292	2,8
49	51	57	60	66	3	2	56,52	126,9	0,1269	7,172388	2,7
50	54	60	63	69	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	0,9
51	57	63	66	72	3	2	56,52	119,6	0,1196	6,759792	1,6
52	60	66	69	75	3	2	56,52	112,3	0,1123	6,347196	2
53	63	69	72	78	3	2	56,52	107,1	0,1071	6,053292	1,3
54	66	72	75	81	3	2	56,52	115,5	0,1155	6,52806	1,6
55	69	75	78	84	3	2	56,52	111,3	0,1113	6,290676	0,9
56	72	78	81	87	3	2	56,52	125,9	0,1259	7,115868	0,7
57	75	81	84	90	3	2	56,52	124,8	0,1248	7,053696	1,7
58	78	84	87	93	3	2	56,52	134,2	0,1342	7,584984	0,1
59	81	87	90	96	3	2	56,52	107,1	0,1071	6,053292	2,3
60	84	90	93	99	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	0,5
61	0	9	12	21	3	3	113,04	113,1	0,1131	12,784824	2,6
62	3	12	15	24	3	3	113,04	106,1	0,1061	11,993544	0,5
63	6	15	18	27	3	3	113,04	108,2	0,1082	12,230928	1,3
64	9	18	21	30	3	3	113,04	101,9	0,1019	11,518776	1,3
65	12	21	24	33	3	3	113,04	116,5	0,1165	13,16916	0
66	15	24	27	36	3	3	113,04	109,2	0,1092	12,343968	1,1
67	18	27	30	39	3	3	113,04	127,9	0,1279	14,457816	2,3
68	21	30	33	42	3	3	113,04	106,1	0,1061	11,993544	1,5
69	24	33	36	45	3	3	113,04	101,1	0,1011	11,428344	0,1
70	27	36	39	48	3	3	113,04	96,56	0,09656	10,9151424	0,6
71	30	39	42	51	3	3	113,04	88,86	0,08886	10,0447344	2,6
72	33	42	45	54	3	3	113,04	76,9	0,0769	8,692776	2,6
73	36	45	48	57	3	3	113,04	90,11	0,09011	10,1860344	0,1
74	39	48	51	60	3	3	113,04	67,95	0,06795	7,681068	2,2
75	42	51	54	63	3	3	113,04	82,31	0,08231	9,3043224	0,9
76	45	54	57	66	3	3	113,04	66,39	0,06639	7,5047256	0
77	48	57	60	69	3	3	113,04	57,85	0,05785	6,539364	0,7

78	51	60	63	72	3	3	113,04	75,02	0,07502	8,4802608	2,4
79	54	63	66	75	3	3	113,04	64,2	0,0642	7,257168	0
80	57	66	69	78	3	3	113,04	62,95	0,06295	7,115868	0
81	60	69	72	81	3	3	113,04	57,54	0,05754	6,5043216	0,7
82	63	72	75	84	3	3	113,04	72,52	0,07252	8,1976608	2,4
83	66	75	78	87	3	3	113,04	56,19	0,05619	6,3517176	2,8
84	69	78	81	90	3	3	113,04	54,42	0,05442	6,1516368	1
85	72	81	84	93	3	3	113,04	52,86	0,05286	5,9752944	2,5
86	75	84	87	96	3	3	113,04	59,52	0,05952	6,7281408	2,7
87	78	87	90	99	3	3	113,04	53,48	0,05348	6,0453792	1,5
88	0	12	15	27	3	4	188,4	64,41	0,06441	12,134844	1,4
89	3	15	18	30	3	4	188,4	62,85	0,06285	11,84094	3
90	6	18	21	33	3	4	188,4	59,41	0,05941	11,192844	0,5
91	9	21	24	36	3	4	188,4	62,43	0,06243	11,761812	0,6
92	12	24	27	39	3	4	188,4	60,56	0,06056	11,409504	1,7
93	15	27	30	42	3	4	188,4	59,16	0,05916	11,145744	2,6
94	18	30	33	45	3	4	188,4	49,53	0,04953	9,331452	0,5
95	21	33	36	48	3	4	188,4	50,88	0,05088	9,585792	2,2
96	24	36	39	51	3	4	188,4	56,08	0,05608	10,565472	2,9
97	27	39	42	54	3	4	188,4	51,61	0,05161	9,723324	1,6
98	30	42	45	57	3	4	188,4	58,37	0,05837	10,996908	0,8
99	33	45	48	60	3	4	188,4	44,01	0,04401	8,291484	0,7
100	36	48	51	63	3	4	188,4	36,1	0,0361	6,80124	0,9
101	39	51	54	66	3	4	188,4	30,9	0,0309	5,82156	1,9
102	42	54	57	69	3	4	188,4	25,07	0,02507	4,723188	0,7
103	45	57	60	72	3	4	188,4	37,56	0,03756	7,076304	0,7
104	48	60	63	75	3	4	188,4	41,83	0,04183	7,880772	0
105	51	63	66	78	3	4	188,4	34,65	0,03465	6,52806	1,9
106	54	66	69	81	3	4	188,4	36,1	0,0361	6,80124	2,2
107	57	69	72	84	3	4	188,4	37,25	0,03725	7,0179	0,6
108	60	72	75	87	3	4	188,4	35,17	0,03517	6,626028	1,5
109	63	75	78	90	3	4	188,4	34,44	0,03444	6,488496	0,6
110	66	78	81	93	3	4	188,4	36,52	0,03652	6,880368	2,6
111	69	81	84	96	3	4	188,4	31,73	0,03173	5,977932	0
112	72	84	87	99	3	4	188,4	32,36	0,03236	6,096624	2,5

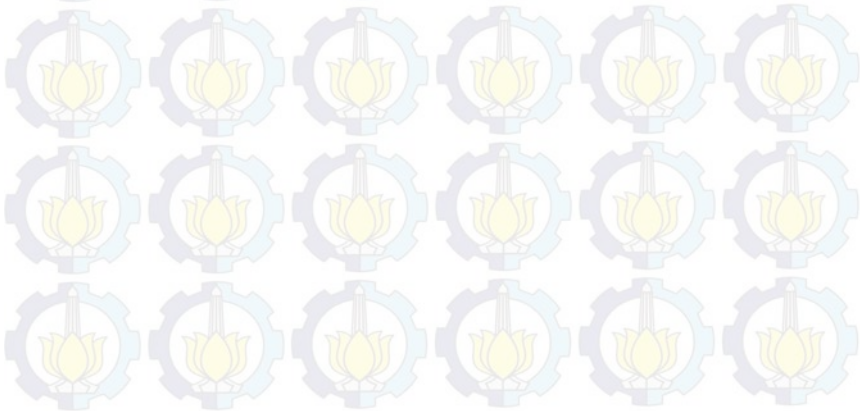
Lintasan 10

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	R (ohm)	R (Ohm)	Resistivitas (Ohm.m)	Error (Maks 3%)
1	0	3	6	9	3	1	18,84	417,2	0,4172	7,860048	0
2	3	6	9	12	3	1	18,84	403,7	0,4037	7,605708	1,9

3	6	9	12	15	3	1	18,84	441,2	0,4412	8,312208	2,6
4	9	12	15	18	3	1	18,84	458,9	0,4589	8,645676	1,1
5	12	15	18	21	3	1	18,84	569,2	0,5692	10,723728	1,3
6	15	18	21	24	3	1	18,84	522,3	0,5223	9,840132	0,3
7	18	21	24	27	3	1	18,84	652,4	0,6524	12,291216	0,9
8	21	24	27	30	3	1	18,84	580,6	0,5806	10,938504	2,1
9	24	27	30	33	3	1	18,84	619,1	0,6191	11,663844	0
10	27	30	33	36	3	1	18,84	606,6	0,6066	11,428344	2,3
11	30	33	36	39	3	1	18,84	733,6	0,7336	13,821024	0,4
12	33	36	39	42	3	1	18,84	748,1	0,7481	14,094204	1,1
13	36	39	42	45	3	1	18,84	584,8	0,5848	11,017632	1,8
14	39	42	45	48	3	1	18,84	704,4	0,7044	13,270896	2,3
15	42	45	48	51	3	1	18,84	514	0,514	9,68376	1,9
16	45	48	51	54	3	1	18,84	632,6	0,6326	11,918184	0,2
17	48	51	54	57	3	1	18,84	662,8	0,6628	12,487152	2,5
18	51	54	57	60	3	1	18,84	444,3	0,4443	8,370612	1,5
19	54	57	60	63	3	1	18,84	390,2	0,3902	7,351368	1,3
20	57	60	63	66	3	1	18,84	415,1	0,4151	7,820484	0,9
21	60	63	66	69	3	1	18,84	351,7	0,3517	6,626028	1,3
22	63	66	69	72	3	1	18,84	312,1	0,3121	5,879964	1,1
23	66	69	72	75	3	1	18,84	376,6	0,3766	7,095144	2,5
24	69	72	75	78	3	1	18,84	373,5	0,3735	7,03674	1,7
25	72	75	78	81	3	1	18,84	380,8	0,3808	7,174272	0,1
26	75	78	81	84	3	1	18,84	354,8	0,3548	6,684432	1,3
27	78	81	84	87	3	1	18,84	335	0,335	6,3114	2,4
28	81	84	87	90	3	1	18,84	392,3	0,3923	7,390932	2,2
29	84	87	90	93	3	1	18,84	460,9	0,4609	8,683356	2,7
30	87	90	93	96	3	1	18,84	451,6	0,4516	8,508144	2,8
31	90	93	96	99	3	1	18,84	477,6	0,4776	8,997984	0,1
32	0	6	9	15	3	2	56,52	145,6	0,1456	8,229312	1,2
33	3	9	12	18	3	2	56,52	171,6	0,1716	9,698832	2,4
34	6	12	15	21	3	2	56,52	191,4	0,1914	10,817928	1,5
35	9	15	18	24	3	2	56,52	207	0,207	11,69964	1,6
36	12	18	21	27	3	2	56,52	254,9	0,2549	14,406948	1,6
37	15	21	24	30	3	2	56,52	257	0,257	14,52564	0,6
38	18	24	27	33	3	2	56,52	313,2	0,3132	17,702064	1,2
39	21	27	30	36	3	2	56,52	226,8	0,2268	12,818736	0,6
40	24	30	33	39	3	2	56,52	251,8	0,2518	14,231736	0,2
41	27	33	36	42	3	2	56,52	267,4	0,2674	15,113448	0,9
42	30	36	39	45	3	2	56,52	267,4	0,2674	15,113448	1,5
43	33	39	42	48	3	2	56,52	243,5	0,2435	13,76262	2,7
44	36	42	45	51	3	2	56,52	337,1	0,3371	19,052892	0,4

45	39	45	48	54	3	2	56,52	248,7	0,2487	14,056524	0,4
46	42	48	51	57	3	2	56,52	203,9	0,2039	11,524428	0
47	45	51	54	60	3	2	56,52	269,5	0,2695	15,23214	0,5
48	48	54	57	63	3	2	56,52	186,2	0,1862	10,524024	0,4
49	51	57	60	66	3	2	56,52	212,2	0,2122	11,993544	0,9
50	54	60	63	69	3	2	56,52	136,3	0,1363	7,703676	2,6
51	57	63	66	72	3	2	56,52	113,4	0,1134	6,409368	2,2
52	60	66	69	75	3	2	56,52	120,7	0,1207	6,821964	1,7
53	63	69	72	78	3	2	56,52	114,4	0,1144	6,465888	1,7
54	66	72	75	81	3	2	56,52	118,6	0,1186	6,703272	1,3
55	69	75	78	84	3	2	56,52	114,4	0,1144	6,465888	1,2
56	72	78	81	87	3	2	56,52	136,3	0,1363	7,703676	2,4
57	75	81	84	90	3	2	56,52	127,9	0,1279	7,228908	0
58	78	84	87	93	3	2	56,52	92,19	0,09219	5,2105788	0,1
59	81	87	90	96	3	2	56,52	125,9	0,1259	7,115868	0,4
60	84	90	93	99	3	2	56,52	151,9	0,1519	8,585388	0,6
61	0	9	12	21	3	3	113,04	81,99	0,08199	9,2681496	1,2
62	3	12	15	24	3	3	113,04	81,27	0,08127	9,1867608	0,8
63	6	15	18	27	3	3	113,04	94,07	0,09407	10,6336728	1,5
64	9	18	21	30	3	3	113,04	109,2	0,1092	12,343968	1,2
65	12	21	24	33	3	3	113,04	131,1	0,1311	14,819544	1,3
66	15	24	27	36	3	3	113,04	122,7	0,1227	13,870008	2,7
67	18	27	30	39	3	3	113,04	132,1	0,1321	14,932584	1,6
68	21	30	33	42	3	3	113,04	127,9	0,1279	14,457816	2
69	24	33	36	45	3	3	113,04	145,6	0,1456	16,458624	1,7
70	27	36	39	48	3	3	113,04	127,9	0,1279	14,457816	1,9
71	30	39	42	51	3	3	113,04	109,2	0,1092	12,343968	1,6
72	33	42	45	54	3	3	113,04	114,4	0,1144	12,931776	0,8
73	36	45	48	57	3	3	113,04	100,1	0,1001	11,315304	2,5
74	39	48	51	60	3	3	113,04	95,73	0,09573	10,8213192	1,3
75	42	51	54	63	3	3	113,04	101,7	0,1017	11,496168	1,6
76	45	54	57	66	3	3	113,04	220,6	0,2206	24,936624	0,7
77	48	57	60	69	3	3	113,04	73,25	0,07325	8,28018	1
78	51	60	63	72	3	3	113,04	68,15	0,06815	7,703676	1,1
79	54	63	66	75	3	3	113,04	70,96	0,07096	8,0213184	0,1
80	57	66	69	78	3	3	113,04	57,44	0,05744	6,4930176	1,4
81	60	69	72	81	3	3	113,04	62,74	0,06274	7,0921296	0,4
82	63	72	75	84	3	3	113,04	58,37	0,05837	6,5981448	2,1
83	66	75	78	87	3	3	113,04	61,18	0,06118	6,9157872	2,3
84	69	78	81	90	3	3	113,04	64,82	0,06482	7,3272528	2,6
85	72	81	84	93	3	3	113,04	59,21	0,05921	6,6930984	1,7
86	75	84	87	96	3	3	113,04	75,44	0,07544	8,5277376	1,9

87	78	87	90	99	3	3	113,04	63,78	0,06378	7,2096912	0,9
88	0	12	15	27	3	4	188,4	56,92	0,05692	10,723728	0,4
89	3	15	18	30	3	4	188,4	53,27	0,05327	10,036068	2
90	6	18	21	33	3	4	188,4	53,48	0,05348	10,075632	1,4
91	9	21	24	36	3	4	188,4	67,22	0,06722	12,664248	1,8
92	12	24	27	39	3	4	188,4	67,22	0,06722	12,664248	0,5
93	15	27	30	42	3	4	188,4	67,22	0,06722	12,664248	1,3
94	18	30	33	45	3	4	188,4	70,76	0,07076	13,331184	2,6
95	21	33	36	48	3	4	188,4	69,3	0,0693	13,05612	0,3
96	24	36	39	51	3	4	188,4	73,57	0,07357	13,860588	0,6
97	27	39	42	54	3	4	188,4	70,96	0,07096	13,368864	2,2
98	30	42	45	57	3	4	188,4	61,39	0,06139	11,565876	2
99	33	45	48	60	3	4	188,4	64,51	0,06451	12,153684	2,8
100	36	48	51	63	3	4	188,4	58,16	0,05816	10,957344	0,3
101	39	51	54	66	3	4	188,4	53,48	0,05348	10,075632	1,9
102	42	54	57	69	3	4	188,4	51,5	0,0515	9,7026	2,4
103	45	57	60	72	3	4	188,4	40,47	0,04047	7,624548	1,7
104	48	60	63	75	3	4	188,4	33,92	0,03392	6,390528	0,1
105	51	63	66	78	3	4	188,4	36,1	0,0361	6,80124	1,8
106	54	66	69	81	3	4	188,4	37,25	0,03725	7,0179	2,4
107	57	69	72	84	3	4	188,4	32,67	0,03267	6,155028	0
108	60	72	75	87	3	4	188,4	30,8	0,0308	5,80272	0,5
109	63	75	78	90	3	4	188,4	34,23	0,03423	6,448932	0,5
110	66	78	81	93	3	4	188,4	37,46	0,03746	7,057464	0,9
111	69	81	84	96	3	4	188,4	31,73	0,03173	5,977932	0,9
112	72	84	87	99	3	4	188,4	37,98	0,03798	7,155432	0,2



Lampiran 3

Dokumentasi Kegiatan Penelitian









BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak tunggal yang lahir di Mojokerto pada 13 Desember 1992. Pendidikan formal yang telah ditempuh adalah SDN Kepuhanyar I, SMP Negeri 9 Kota Mojokerto, SMA Negeri 2 Kota Mojokerto dan pada tahun 2011 diterima di jurusan Fisika ITS lewat jalur SNMPTN tulis. Selama masa menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan organisasi di BEM FMIPA ITS dan HIMASIKA ITS. Sempat mengikuti kegiatan di BEM ITS, UKM KSR PMI ITS, ITS Online dan pernah menjadi dubber di Merdeka FM. Penulis juga pernah menjadi anggota PKM-P dan PKM-M dalam Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) dari DIKTI.

Setelah lulus Jurusan Fisika FMIPA ITS ini, keinginan Terbesar penulis adalah menjadi Bupati Mojokerto 2034, Gubernur Jatim 2044, Presiden RI 2049, namun sebelum semua hal itu terwujud ia akan berkonsentrasi dalam mengembangkan ilmu dan berbagi ilmu menjadi seorang guru serta berwirausaha.

Laki-laki yang juga fans dari Liverpool F.C., Real Madrid C.F., dan A.C. Milan ini juga memiliki mimpi untuk mencari pusat Majapahit yang kini entah hilang kemana. Karena ingin mengembangkan pusat sejarah nusantara di Mojokerto.

Atas Nama Bangsa Indonesia

Sos Edwin Vidiyoga
vidi.sos@gmail.com

